المكتبة الثقافية

٣٧

الفضاء الكونى

الدكتور محمد جمال الدين الفندي

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
الإدارة العامة للثقافة

١٥ مايو ١٩٦١

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعهـــا تحقق اشتراكية الثقافة .
- تيسر لكل قارىء أن يقيم فى بيته مكتبـــة جامعة تحوى جميع ألوان المعـــرفة بأقلام أساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .
- تصدر مرتين كل شهر . فى أوله وفى منتصفه

الكتاب القادم

طاغــور

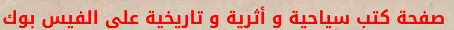
شاعر الحب والسلام

للدكتور شكرى محمد عياد

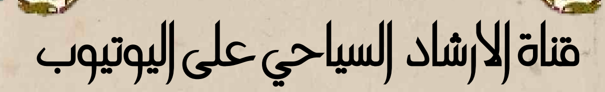
أول يونيه ١٩٦١

الثمن ٢ مـ

دار القلم بالقاهرة



https://www.facebook.com/AhmedMa٣touk/





قناة الكتاب المسموع



صفحة كتب سياحية و أثرية و تاريخية على الفيس بوك



مصر - ثقافة

المكتبة الثقافية
٣٧

الفضاء الكوني

الدكتور محمد جمال الدين الفندي

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
الإدارة العامة للثقافة

١٥ مايو ١٩٦١

الناشر



١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة
ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١



لا يشغل عالمنا المادى بما حوى من مجرات وسدم وشموس ونجوم وكواكب غير حيز لايكاد يذكر من خضم الفضاء المترامى الأطراف من حولنا . ومنذ القدم والإنسان يشعر فى قرارة نفسه أن سراما يكمن بين ثنايا هذا الخضم ومن ورائه . وكثيرا ما كان – ولا يزال – يرفع بصره إلى السماء يستلهمها عون هذا السر ، وإن اختلفت نظرته إليه وتباين تصويره له باختلاف الشعوب وتباين مراحل المدنية والعرفان .

ورغم أن الإغريق هم الذين قاموا بقسط وافر من الكشف عن المعالم الأولى للفضاء وأسسوا علم الفلك ، إلا أن الكهنة المصريين كانوا قد سبقوهم فى ذلك بمدة كبيرة ، خصوصاً فيما كان يتعلق برصد النجوم وعبادتها ؛ ولقد نزح كبار فلكيي الإغريق إلى مصر لدراسة أجرام السماء ومعالم الفضاء على يد الكهنة المصريين . وبلغ علم الفلك عند الإغريق أعلى مراتبه فى مدرسة الإسكندرية ، على يد امثال تيموخارس وأرستارخس .

وكانت للعرب جهود موفقة فى هذا الميدان ، فقد بنى المأمون مرصدا عظيما فى بغداد حيث باشر أبو معشر رصد السماء

واستطلاع أبراجها . وأعقبه ابن يونس ، ثم أبو ريحان محمد ابن أحمد البيرونى (٩٧٣ — ١٠٤٨) الفلكى المرموق والعالم العربى الجليل صاحب « القانون المسعودى فى الحياة والنجوم » ، وغيرهم كثير .

وما إن جاء عصر النهضة العلمية ، وسار ركب العلم فى موكبه المظفر ، حتى عرف الإنسان الشىء الكثير عن الفضاء ، فأقحم نفسه فيه متطلعاً إلى الصعود فى السماء لعله يرقى إلى كوكب من كواكبه السمحاء . وانحصرت المعركة كلها فى التغلب على الجاذبية أو قبضة الأرض من ناحية ، ثم فى الوصول إلى طريقة تمكنه من السبح بمركباته ومعداته خلال وسط خلو من الهواء من ناحية أخرى .

وسوف يقف القارئ على تفاصيل تلك المعركة التى خاضها الإنسان بالصواريخ . ويعرف كيف طوّر صناعة هذه الصواريخ حتى نجح فى إطلاق الأقمار والكواكب الصناعية ومركبات الفضاء التى استردها سالمة إلى سطح الأرض بعد أن سبحت فى سمائها وجمعت الشىء الكثير من المعلومات اللازمة عنها .

والكتاب أشبه شىء بالرواية التى تجعل لُبّ الموضوع أقرب للفهم بتسلسله الطبيعى ، وأمتع عند التلاوة لمشابهته بالقصص ، وأبقى فى الذاكرة بما يثير من اهتمام . كل ذلك فى بساطة لفظية وسلامة علمية وتوضيح بالرسوم والأشكال .

جمال الفندى

الفضاء البعيد

الفضاء الكونى يعنى قبل كل شىء الوسط الذى لا أثر للهواء فيه . ولهذا تنعدم خلاله جميع مقاومات الحركة ومعوقاتها ، أو كل ما يحد من حركة الأجسام ، وهذا هو السر فى أن سائر الأجرام السماوية تسبح فيه منذ القدم وتجرى فى مساراتها دون عائق . وخضم الفضاء لا نهاية له بطبيعة الحال ، أى لا تحده حدود معينة ، وتسبح فيه على أبعاد متباينة أجرام السماوات التى يبنى منها الكون أو الوجود المادى ، كما تنتشر بين أرجائه طاقات لا حصر لها من الضوء والحرارة وما على شاكلتها من أمواج الأثير التى تنتقل عبر الفضاء الكونى ، وجسيمات متناهية فى الصغر عظيمة الحركة وسحب وغازات متفاوتة الكثافة .

ووحدات الكون العظمى هى المجرات الضاربة فى أعماق الفضاء ، والتى لا نكاد نحصيها عدا . وقوام كل مجرة آلاف

ملايين النجوم (*) التى تبعد عن بعضها البعض آلاف بلايين الكيلو مترات ، ويصل إلينا جانب من أضواء بعض تلك المجرات خافتا ضعيفاً . وليس الفضاء الواسع الذى بين النجوم فراغا تاما تنعدم فيه كافة معالم المادة ، بل تنتشر بين أركانه بعض الغازات كالإيدروجين ولو بقلة وندارة ، كما توجد السحب والأتربة الكونية ، كما هو الحال فى طريق (التبانة) أو الطريق (اللبنى) مثلا الذى تتكدس فيه النجوم والشموس فى مجرتنا ، ومنها شمسنا بالذات . وغالبا ما يرجع اسم (التبانة) هذا إلى تشابه بين الشكل السحابى لهذا الجزء من المجرة كما نراه فى السماء ومنظر التبن عندما يبعثر على الأرض على طول طريق ناقليه . أما التسمية الثانية فلعل أساسها تشابه الشكل السحابى الأبيض الباهت بلون اللبن كما فى شكل (١) .

وفى طريق التبانة هذا يتكاثف مع الغاز المنتشر بين النجوم عدد وفير من ذرات العناصر الثقيلة ، ويكون فى صورة سحب من الأتربة تنعقد كما تنعقد نقط الماء داخل السحب فى

(*) لافرق بين الشمس والنجم إلا فيما نعتبره من حالة التوازن فى الشمس الحادث بين مايتولد داخلها من طاقات بعمليات التفجير الذرى ومايشعه سطحها للفضاء . وعلى ذلك يمكن أن نقول إن الشمس هى النجم المتزن .

جو الأرض ، وتسبب ما يشبه الضباب الكثيف الذى يحول دون رؤية ما وراءه عندما نسلط عليه مناظيرنا المكبرة من الأرض .



شكل (١) جزء من الطريق اللبنى أو طريق التبانة

وكما قدمنا تبلغ المسافات التي بين النجوم حد الخيال : فأقرب مجموعات النجوم التي في طريق التبانة مثلا يصلنا ضوؤها في بضع سنين ، علما بأن سرعة الضوء هي ٣٠٠ ألف كيلو مترا في الثانية الواحدة . وهناك فئات عديدة من النجوم في الطريق اللبنى تبعد عنا بمسافات يقطعها الضوء في نحو ألف سنة ، أى أنها تبعد عنا بنحو ألف سنة (*) ضوئية . ولكن هذا الطريق ذاته هو جزء صغير من القرص العظيم الذى يكون مجرتنا والذى يبلغ قطره نحو ٧٠ ألف سنة ضوئية ! ويدور هذا القرص ويلف حول نفسه في الفضاء الكونى بسرعة فائقة تبلغ عند الحافة نحو مليون ميل في الساعة الواحدة ، إلا أنه لعظم حجمه لم يستطع أن يكمل منذ ظهور أقدم النجوم فيه حتى الآن - أى منذ نحو ٥ آلاف مليون سنة - أكثر من ٢٠ دورة ! وللمجرات أشكال متنوعة ، فمنها الحلزونى ومنها المغزلى . . . كما في شكل (٢) .

وتوجد أقرب المجرات لمجرتنا على مسافة منها تعادل نحو ٧٠٠ ألف سنة ضوئية . وتتكاثر الغارات في بعض أرجاء هذه المجرة

(*) لاحظ أن السنة الضوئية تعادل نحو عشرة ملايين الملايين من الكيلو مترات ، وهى الوحدة المستخدمة في تقدير أبعاد النجوم .

كما تلمع فيها كثير من النجوم المعروفة باسم النجوم البراقة أو فوق البراقة (*). وتذهب إحدى نظريات الفلك الحديثة إلى أن الكواكب السيارة هي من نتاج انفجار النجوم فوق البراقة. ولهذا يعتبر وجود مثل هذه النجوم فى تلك المجرة دليلا على وجود الكواكب السيارة بها على غرار الكواكب السيارة التى فى مجرتنا.

(*) يذهب بعض علماء الفلك المعاصرين إلى أن مثل هذه النجوم البراقة أو فوق البراقة كما نسميها [بسبب عظم توهجها ولمعانها] سريعا ما تنفجر لعدم اتزانها نظرا لوفرة ما تفقد من طاقات إلى الفضاء بواسطة الإشعاع المتزايد من سطوحها . وينجم عن انفجارها تناثر كميات وفيرة من حطام المادة وعناصرها فى الفضاء ، إلا أن جانبا منها يمكن أن يتجمع فى ظل الشموس المجاورة ، أو التى تكون معها أزدواجات ، وتنشأ عنه الكواكب السيارة . وهذا هو عين ما حدث بالنسبة لمجموعتنا الشمسية منذ نحو ثلاثة آلاف مليون سنة مضت . وفى طريق التبانة ينفجر فى المتوسط نجم واحد من النجوم فوق البراقة كل ٢٠٠ أو ٣٠٠ سنة . وعلى ذلك فلابد أنه قد تم انفجار نحو عشرة ملايين من مثل هذه النجوم فى مجرتنا منذ نشأتها الأولى . وإذا ما افترضنا أن أغلب تلك النجوم فوق البراقة كانت ضمن مجموعات من الشموس المزدوجة ونتج عن انفجارها تولد الكواكب السيارة حول شموس تلك المجموعات ، فإننا نتوقع أن يكون فى طريق التبانة عدة ملايين من مجموعات الكواكب السيارة التى تشبه مجموعتنا والتى تلائم أجواء بعض أفرادها ظهور الحياة وتطورها عليها كما حدث على الأرض سواء بسواء !



(شكل ٢) المجرة

ولكل مجرة توابعها من أجرام يقال لها «مجموعات الأقمار» وهى عوالم هائلة ، تحتوى كل مجموعة منها على ما يربو على المائة الف نجم ، ويطلق عليها عادة اسم « التجمعات الكرية » ، إذ أنها تبدو كروية الشكل . و بالرغم من أن هذه العوالم تقع خارج المجرة إلا أنها تتحرك فى أفلاك تخترق قرصها من آن لآخر . ويتبع مجرتنا نحو ١٠٠ من هذه التجمعات الكرية التى اخترقت قرصها عدة مرات منذ بدء الخليقة ، وسببت فى كل مرة اخترقت فيها قرص المجرة أنواعا شتى من الاضطرابات التى كان لها أثرها على نجوم المجرة ومساراتها .

وتتباعد المجرات ، وهى تتراجع ، عن بعضها البعض بسرعة فائقة ، ويزداد تبعاً لذلك حجم الكون ، او هو يتمدد(*) ،

(*) مسألة اتساع الكون من النتائج التى تمخضت عنها بعض النظريات الحديثة كنظرية النسبية المعروفة . ولا يعنى استمرار تباعد المجرات عن بعضها البعض أن الكون سيصبح فارغا فى يوم من الأيام عندما تختفى مجراته وراء حدود الكون المرئى ، لأنه سيظل هكذا يعج بآلاف ملايين المجرات على النحو الذى نشهده اليوم ، إذ تتولد فيه مجرات جديدة كلما اختفت مجراته البعيدة وراء الحدود المرئية . ويتم تولد المجرات الجديدة هذه من الغاز الكونى أو الإيدروجين بنفس الطريقة التى أدت إلى ظهور المجرات القديمة ، أى عن طريق الدوامات والتجمع بالجاذبية العالمية ، ثم التضاغط المستمر الذى يحدث فى الغازات التى تكدسها النجوم .

بمضى الوقت . وكلما تباعدت المجرات عن بعضها ازدادت سرعتها . فقد لوحظ مثلا أن المجرات القريبة من مجرتنا تبتعد عنا بسرعة تصل إلى بضعة ملايين الأميال فى الساعة الواحدة ، فى حين تنطلق المجرات التى على مسافات أكبر مبتعدة فى أعماق الفضاء بسرعات تربو على ٢٠٠ مليون من الأميال فى الساعة الواحدة . وتصل سرعة تباعد المجرات التى على أضعاف هذه المسافات من مجرتنا وإلى حدود سرعة الضوء . وفيما بعد ذلك، أو فيما وراء تلك الحدود من المسافات الشاسعة ، تربو سرعة تباعد المجرات عنا على سرعة الضوء نفسه ! وبذلك لا تصلنا أضواؤها ونبقى لا نعرف من أمرها شيئا ، بينما تظل تلك المجرات وراء حدود الكون المرئى ، أى فى العالم الغير المرئى فى خضم الفضاء اللانهائى .

وقوام الكون المرئى فى وقتنا الحاضر ما يربو على نحو ألف مليون مجرة ، كلها آخذة فى التباعد عن بعضها البعض . وتقع حدود الكون منا على أشبه شىء بالسطح الكروى الذى يبلغ نصف قطره نحو : ٥ × ١٠^٢٧ سنتيمترا .

أى خمسة متبوعة بسبعة وعشرين من الأصفار ! ويمكن للضوء أن يقطع هذه المسافة فى مدة قدرها : ٥ × ١٠^٩ سنة .

ولقد قدرت كتلة هذا الكون بالحساب ، أى ما يجمع فيه من مادة وطاقات ، بما يعادل نحو : ٥ × ١٠ ^٥٦^ جراما ، أى خمسة متبوعة بستة وخمسين من الأصفار !!

وبطبيعة الحال ترينا هذه الأرقام كلها معنى الفضاء البعيد ، فنحن لا نكاد نخرج عن نطاق مجموعتنا الشمسية إلا ونكون قد بدأنا رحلتنا إلى مشارف الفضاء البعيد ، إلى حيث النجوم والشموس وما قد يتبعها من مجموعات سيارة لاحد لها ولا حصر فى كل ركن من أركان السماء .

نعم إن تلك الأرجاء تفوق أبعادها حدود الوصف والخيال ولا سبيل لنا إليها . ولقد عبر القرآن الكريم فى بلاغة واضحة وإعجاز رائع عن بعد النجوم حين أقسم بمواقعها فى سورة الواقعة إذ يقول : «فلا أقسم بمواقع النجوم وإنه لقسم لو تعلمون عظيم » .

الفضاء القريب

إننا عندما نتحدث عن الفضاء الكونى فى كتابنا هذا سوف نقصر الكلام على الفضاء القريب ، و نعنى به ذلك الفضاء الذى تسبح فيه الأرض وأخواتهامن أفراد المجموعة الشمسية ، وهو نفسه الفضاء الذى تسبح فيه أقمارنا وكواكبنا الصناعية منذ بدأ عصر الفضاء ، والذى يرجو علماء الأرض أن تجوب أركانه سفن الفضاء التى يزمعون بناءها فى المستقبل . وتقع الشمس فى مركز هذا الفضاء على بعد نحو ٩٣ مليونا من الأميال .

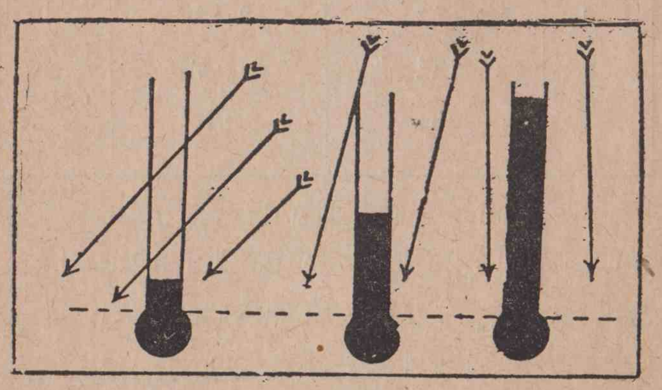
ولعلنا نلمس أن الفضاء الذى تسبح فيه مجموعتنا الشمسية بكواكبها السيارة التسعة ، وما قد يتبع كل كوكب منها من أقمار تدور فى كنفه — جدول رقم (١) — لا يكون فى جملته إلا جزءا متناهيا فى الصغر بالنسبة لخضم الفضاء الكونى البعيد الذى حاولنا وصفه . وبينما تقدر المسافات فى هذا الفضاء الأخير بالسنين الضوئية نجد العلماء يقيسون المسافات عبر الفضاء القريب بوحدة فلكية أصغر هى متوسط بعد الأرض عن الشمس — .

الكوكب	نصف قطر المسار بالوحدة الفلكية	فترة الدورة الكاملة حول الشمس	عدد التوابع
عطارد	٠,٣٩	٨٨ يوما	—
الزهرة	٠,٧٢	٢٢٥ يوما	—
الأرض	١,	سنة	١
المريخ	١ ٥٢	١,٨٨ سنة	٢
المشترى	٥,٢٠	١١,٩ »	١٢
زحل	٩,٥٤	٢٩,٥ »	٩
أورانوس	١٩,١٩	٨٤ »	٥
نبتون	٣٠,٠٧	١٦٤,٨ »	٢
بلوتو	٤٠	٢٥٠ »	—

جدول رقم (١) أفراد المجموعة الشمسية وأقمارها

وليست مسارات الكواكب حول الشمس صادقة الاستدارة، بل نجدها بيضاوية الشكل ، وهى التى تسمى علميا قطاعات ناقصة ، ولهذا يتغير البعد بين الشمس والكواكب أثناء سبحها أو انطلاقها فى مداراتها . وتبلغ أقل قيمة للمسافة بين الأرض

والشمس ٩١,٤٥٠,٠٠٠ من الأميال ، أما أكبر قيمة فهى نحو ٩٤,٥٦٠,٠٠٠ ميلا ، أى بزيادة قدرها ٣,١١٠,٠٠٠ من الأميال. ولا ينجم عن هذا التغير فى البعد تأثير محسوس فى جو الأرض ، فالمشاهد مثلا أن نصف الكرة الشمالى يميل إلى الدفء عموماً عندما يكون أبعد ما يمكن عن الشمس ! وعلة هذه الظاهرة يرجع أساسها إلى تأثير ميل محور الأرض على العمود المقام على مستوى مسارها حول الشمس بزاوية قدرها ٢٣½ درجة . فالثابت علميا أنه كلما تعامدت أشعة الشمس على سطح الأرض ، أو قاربت من التعامد عليه ، كان تأثيرها أكبر على الجو ، كما هو ممثل بالرسم فى شكل (٣) .



شكل (٣) يتوقف تأثير الأشعة على مدى تعامدها على السطح

وتتشابه الكواكب الأربعة : عطارد والزهرة والأرض والمريخ فى تقارب حجومها وكثافة مادتها . ولهذا السبب كثيرا ما يطلق عليها العلماء اسم « مجموعة الكواكب الأرضية » . وعطارد هو أصغر أفراد المجموعة إذ يبلغ قطره نحو ٣١٠٠ ميل فقط (٢/٥ قطر الأرض(*)) ، كما أنه يدور فى أصغر المسارات حول الشمس . وقد صوره الإغريق فى صورة الساعى المجد لأنه يتم دورته فى ٨٨ يوما فقط .

أما الزهرة فهى أخت الأرض بحق ، إذ يبلغ قطرها نحو ٩٧,٣٪ من قطر الأرض ، كما تبلغ كتلتها (أو مقدار ما تجمع فيها من مادة) نحو ثمانية أعشار كتلة الأرض . وتغلفها غازات كثيفة تعترض سبيل الرؤية بالمناظير المكبرة (او التلسكوب) الموجهة إليها من الأرض بغية دراستها والكشف عن معالم سطحها .

ولقد تقدم الدكتور هاينز هابر الأستاذ بجامعة كاليفورنيا بلوس أنجيلس بنظرية خاصة بكوكب الزهرة وإمكان نشوء الحياة هناك فى وسط من الغاز ومركباته ، فحواها أن السحب

(*) يبلغ طول قطر الأرض ٧٩٢٠ ميلا .

الغامضة التى تغلف جو كوكب الزهرة يمكن أن تكون تجمعات هائلة من كائنات حية صغيرة تهيم على أنسب ارتفاع لها بالنسبة لضوء الشمس ودرجة الحرارة هناك . ومثل هذا الرأى لايمكن أن يكون مجرد خيال ، فمثل تلك الكائنات يمكن أن تحكى أكداس الكائنات البحرية الهائمة التى تسبح على أبعاد مناسبة من أسطح محيطات الأرض وبحارها وتعرف علميا باسم (البلانكتون) . هذا وقد توجد من تحتها كائنات أخرى تستطيع التحليق فى الجو لتقتات منها ، تماما كما تفعل الأسماك التى تتغذى على (البلانكتون) . وربما تتساقط أغلب أجسام هذه الكائنات بعد موتها نحو سطح الزهرة الذى قد تكون عليه دواب تتحمل حرارات السطح وتقتات من ذلك الغذاء النازل من السماء كما تقتات حيوانات أعماق بحار الأرض مما يصلها من بقايا أجسام كائنات البحر المتساقطة فى صورة مطر مستمر سواء بسواء .

ويبلغ قطر المريخ نحو نصف قطر الأرض ، وجوه رقيق شفاف . وهو يدور حول الشمس ببطء . ليكمل دورة تامة فى ٦٨٧ يوما . ولقد تطلعت أنظار البشرية إليه فى مستهل عصر الفضاء لوجود نظريات ترجح نشوء الحياة عليه وتطورها منذ

القدم — راجع كتاب المريخ (رقم ١١) من هذه السلسلة .

وللمريخ قمران صغيران هما فوبوس ودايموس(*) . وقطر هذا الأخير نصف قطر فوبوس الذى يكمل دورته حول المريخ فى ٧ ساعات و٣٩ دقيقة . أماديموس فيلزمه ٣٠ ساعةو١٨دقيقة ليتم دورته حول الكواكب . وبسبب سرعة دوران فوبوس نجد أن هذا القمر إنما يتم دورة كاملة فى مدة أقل من يوم كامل على المريخ (= ٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة) ، ولهذا السبب يشرق فوبوس فى الغرب ويغرب فى الشرق هناك ! .

وينتشر فى الفراغ الشاسع الواقع بين المشترى والمريخ نحو ١٥٠٠ أو أكثر من السيارات الصغيرة التى تتراوح أقطارها ما بين الكيلو متر وعدة مئات الكيلو مترات . ولا يزيد وزن هذه المجموعة برمتها على ٠,٠٠٢ من وزن الأرض ، مما يقلل من أهميتها ولا يجعل لها أثرا يذكر على أفراد المجموعة .

والمشترى هو أكبر أفراد المجموعة ، إذ يبلغ قطره ١١ مرة قدر قطر الأرض ، إلا أنه سريع الدوران إذ يقل اليوم الكامل

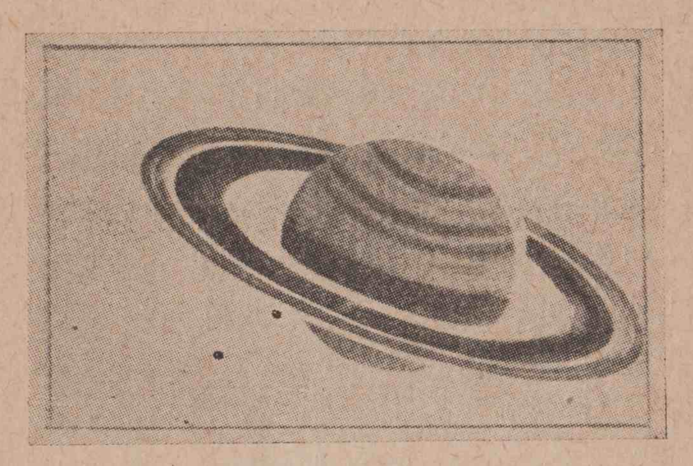
(*) نظرا لصغر حجميهما قيل إنهما من صنع كائنات راقية على المريخ ، وأن هذه الكائنات تتخذهما بمثابة محطتين من محطات الفضاء ، على غرار تلك المحطات التى يزمع أهل الأرض بناءها لتسبح فى الفضاء القريب من الأرض .

عليه عن ١٠ ساعات . وتبعا لدورانه السريع هذا استطال قطره عند خط الاستواء . وتبلغ كثافته مرة وثلث مرة قدر كثافة الماء . وجوه سميك ، ومن المعتقد أنه تسود فيه غازات (الأمونيا) أو النوشادر أو (الميثين) أو غاز المستنقعات ، وهى تكون سحبا سميكة حوله .

وتشابه أجواء كواكب المجموعة الخارجية (زحل وأورانوس ونبتون وبلوتو) جو المشترى إلى حد كبير ، إلا أنه بطبيعة الحال كلما بعد الكوكب عن الشمس ازدادت برودة جوه . فمثلا يبعد نبتون عن الشمس بمسافة تقدر بنحو ٣٠ وحدة فلكية ، وعلى ذلك تكون عنده كثافة الإشعاع الشمسى نحو $\frac{1}{٩٠٠}$ من كثافتها عند الأرض . وهذا هو السر فى أن كل ماعلى هذا الكوكب قد أصبح جامدا صلبا . حتى ثانى أوكسيد الكربون يتواجد هناك على هيئة جليد قرب نقطة الانصهار ، وكذلك يتجمد الأزوت والأوكسيجين .

ويرى جمهرة الفلكيين أنه بالرغم من أن عمالقة الكواكب السيارة باردة هكذا بحيث لا يمكن أن تتوفر عليها سبل الحياة ، إلا أن كتلها العظيمة وما ترسب فيها من مواد والمسافات الشاسعة التى تفصلها عن بعضها البعض كلها عوامل أتاحت لها فرصة جمع

عدد وفير من الأقمار أو الأتباع التى تضاهى حجوم بعضها حجم قمر الأرض . فللمشترى ١٢ قمرا ، أما زحل فله تسعة أتباع ، كما توجد حوله حلقات عظيمة غير بعيدة كما فى شكل (٤). وربما



شكل (٤) زحل والحلقات التى من حوله

تتكون تلك الحلقات من حطام المادة أو فتاتها . ولأورانوس خمسة أقمار ، كما أن لبنتون قمرين . أما بلوتو فلا يعرف عنه إلا النذر اليسير ، وهو على أية حال من الكواكب التى شارك مرصد حلوان فى الكشف عنها .

وعندما نقارن هذه الكواكب الكبيرة بأقمارها تبدو لنا كتلها عظيمة بالنسبة إلى الشمس عندما نقارنها بكوكب المشترى

مثلا أو حتى بزحل ! ولمثل هـذه الأسباب وغيرها ظهرت نظريات عديدة تشرح نشأة الكواكب . ومن أقدم النظريات التى عالجت هذا الموضوع نظرية بفون الفرنسى التى ظهرت منذ نحو ٢٠٠ سنة . وتدعى هذه النظرية أن أصل الكواكب السيارة إنما يرجع إلى تصادم حدث قديما بين الشمس وجرم كبير من أجرام السماء ، ونجم عن هذا التصادم أن تطايرت اجزاء من جسم الشمس ، واستقرت تحت فعل جاذبيتها على أبعاد مختلفة منها . وكونت هـذه الأجزاء بمضى الوقت الكواكب السيارة ، وذلك بعد أن انخفضت درجات حرارة أسطحها الخارجية بواسطة الإشعاع أو انتقال الحرارة منها إلى الفضاء الكونى . وتقتضى هذه النظرية أن تدور الكواكب حول أمها الشمس فى أفلاك تكاد تكون مستوى مشتركا مع اتجاه دوران الشمس حول محورها . وفى عام ١٧٩٦ أعلن العالم الفرنسى المشهور «لابلاس» أن مسارات الكواكب المتطايرة بطريقة نظرية بفون وكذلك أفلاكها يلزم أن تختلف فى طبيعتها وشكلها عما هو كائن فعلا ، وافترض أن الشمس وحدها هى التى خلفت الكواكب دون حاجة إلى عملية التصادم . وقد تم ذلك بانفجار الشمس تحت تأثير القوة الطاردة المركزية

انفجارا (*) عظيما تطايرت معه أذرع طويلة من مناطق خط الاستواء لتستقر بفعل الجاذبية فى صورة حلقات غير بعيد عنها . وتكونت الكواكب السيارة من هذه الحلقات . ويضيف لابلاس أن الشمس تدور حول محورها وأن الأذرع المتطايرة احتفظت بتلك الدورة فى أفلاكها الجديدة . وقدسادت هذه النظرية فى أغلب الأوساط العلمية زهاء ثلثى قرن إلى أن دلّل كلارك ماكسويل العالم الإنجليزى فى عام ١٨٥٩على أن حركة دوران الكواكب السيارة تبلغ فى مجموعها نحو ٤٩ مرة قدر حركة دوران الشمس نفسها ، بينما لا يتعدى مجموع مادتها جزءا واحدا من ٧٠٠ جزء من مادة الشمس . فكيف أمكن تلك الحلقات الغازية — التى انفصلت من الشمس بفعل القوة الطاردة المركزية — أن تجمع لنفسها تلك المقادير الخارقة من حركات اللف أو الدوران ؟ هكذا سقطت نظرية لابلاس ، وأعلن جيمس جينس وتوماس تشمبرلين أن نشأة الكواكب يرجع أساسها إلى اقتراب نجم كبير من الشمس تسبب فى إحداث حالة من المد الشديد التى نتج عنها تولد لسان كبير أو نتوء غير

(*) أو ربما هى سلسلة من الانفجارات ، رغم أن مثل هذه الظاهرة لا تشاهد اليوم .

عادى من مادة الشمس . وامتد هذا النتوء إلى مسافات كبيرة عبر الفضاء ، وعندما , اد اقتراب النجم الزائر من الشمس ضعف تماسك ذلك النتوء فانفصلت أجزاء منه على أبعاد مختلفة . وحدث بعد ذلك أن تبلورت من تلك الأجزاء المنفصلة كتل برمتها أخذت تتماسك وتتجمع مكونة فى النهاية الكواكب السيارة . ولعل من مزايا هذه النظرية تفسير وجود الكواكب الكبيرة الحجم كالمشترى فى وضع وسط بالنسبة للكواكب الأخرى . وأضاف جينس إلى نظريته أنه عندما شرع النجم الزائر فى الابتعاد تدريجيا عن الشمس تسبب فى دوران الكواكب حول الشمس وسط ما تبقى من جسيمات مادية لم تماسك مع بعضها فى مدارات غير منتظمة تماما .

وثمة نظرية أخرى وضعها الفيلسوف الألمانى فون فايساكر ، وهى عظيمة الشبه بنظرية لابلاس فى أنها اعتمدت فى تكوين المجموعة الشمسية على الشمس وحدها . وتقول هذه النظرية إنه بعد أن تم خلق الشمس تبقت من حولها غازات كونية احتفظت بها الشمس فى الفضاء الواسع من حولها بقوة جاذبيتها ولم تفقد تلك الغازات المتجمعة فى خضم الفضاء اللانهائى تحت

تأثير عوامل الانتشار (*) وما قد يغشاها من دوامات. وأخذت المادة المتخلفة هذه فى التكتل والتجمع تحت تأثير عوامل الجاذبية والحركات الدوامية العنيفة والتصادم .. حتى ظهرت الكواكب. وتعرف نظرية فايساكر هذه باسم (نظرية التراب السحابى)، وهى من النظريات العديدة التى توحى بأن تكوين المجموعة الشمسية على أية حال إنما هو حدث كبير الاحتمال بين عديد ملايين الشموس التى فى مجرتنا أو غيرها من المجرات.

وفى السنين الأخيرة نادى الفلكى الفرد هويل وغيره بنظرية جديدة اعتمدت فى صوغها على أن الشمس لم تكن أما للكواكب السيارة فى يوم من الأيام، بدليل أن الجزء الأكبر من مادة الأرض مثلا يتكون من مواد معينة ثقيلة مثل الحديد والكلسيوم والمغنيسيوم والسليكون والألومينيوم...، وهى لا تتواجد بهذه النسب العالية فى الشمس التى سواد مادتها من الإيدروجين ورماده بعد التفجير الذرى وهو الهيليوم.

تقودنا هذه الحقيقة إلى أن الأرض وأمثالها من الكواكب حادثات تدخل إلى الكون أنواعا من المادة تختلف فى مجموعها

(*) المعروف أن من خصائص الغاز الطبيعية الانتشار ليملأ الفراغ المعرض له.

كثيرا عما يسود داخل الشموس ، وتحبذ أن تكون من نتاج انفجارات النجوم فوق(*) البراقة التى سبق ان ذكرناها . وقد يصل معدل استهلاك الأيدروجين الذى يبنى منه النجم العملاق فوق البراق إلى نحو ألف ضعف معدل استهلاكه فى الشمس ويكون بذلك عمر النجم جزءاً واحدا من مائة جزء من عمر الشمس على التقريب ، بمعنى أنه إذا قدر للشمس أن تعيش ٥٠ ألف مليون سنة فإن النجم العملاق فوق البراق لا يعيش إلا نحو ٥٠٠ مليون سنة فقط .

وعندما يستنفذ جميع الإيدروجين الذى فى النجم تنقطع بذلك إمدادات الطاقات فيه ، إلا أنها تستمر تنطلق من المركز إلى السطح حيث تفقد بالإشعاع المستمر ، فيتداعى النجم من الداخل ، وينهار على نفسه ، وتتضاغط بذلك مكوناته ، وترتفع درجة حرارتها بالتضاغط فتصل حدا يفوق الوصف والخيال . ويعمل الضغط العالى والحرارات المرتفعة على تكوين العناصر الثقيلة داخل النجم .

(*) يطلق عليها أغلب الفلكيين اسم (سوپر نوڤا) لاكتشافها حديثاً ، أما التسمية المستعملة فى هذا الكتاب فهي مشتقة من أهم صفات هذه النجوم وهي اللمعان والتوهج الشديدين .

وكلما تداعى النجم وانكمش على نفسه ازدادت سرعة دورانه . ويتبع ذلك حتما ازدياد القوة الطاردة المركزية التى تعمل على طرد أجزاء جسم النجم الساخن بعيدا عن المركز . وعندما لا تقوى قوى الجاذبية على العمل على تماسك اجزاء النجم يتم الانفجار ، فتنطلق مادة النجم فى الفضاء متناثرة على أبعاد كبيرة . وقد يبلغ الانفجار من الشدة أن يتم كله خلال فترة لا تزيد على دقيقة واحدة .

وبديهى أن أصل ذلك النجم الجبار الذى انفجر وتكونت منه مجموعتنا الشمسية كان قرينا لشمسنا الحالية . وكثير من الشموس التى فى السماء اليوم لها توابعها من مثل هذه النجوم المتفجرة . ويفترض العلماء أن فرصة وجود أى شمس بمفردها فى الفضاء هى نفسها فرصة تواجدها مشتركة فى زوج مع نجم بحيث يدوران حول بعضهما . وتصل درجة الحرارة داخل النجم فوق البراق إلى نحو ٣٠٠ ضعف قدر درجة الحرارة فى مركز الشمس ، مما يساعد على تكوين شتى العناصر . وليس أمر انفجار النجوم البراقة ضربا من ضروب الخيال ، فهى تشاهد فى كثير من المراصد ، حيث تتناثر فى كل مرة فى أرجاء الفضاء الفسيح ـ الذى يسبح فيه النجم ـ مواد تقدر فى مجموعها

بما يربو على كتلة الشمس بكثير ، ويتبع ذلك انعقاد سحب من مواد الكون الملتهبة التى تسبح بسرعة فائقة قد تبلغ عدة ملايين الأميال فى الساعة الواحدة .

والحق أن لكل نظرية من النظريات التى لخصناها مكانتها ، كما ان فيها أيضا مواضع الضعف المختلفة . وسواء رجحت نظرية لابلاس أو جينس أو هويل او غيرها من النظريات ، يلمس القارئ أنها بالرغم من اختلافها فى تصوير وسائل التشكيل اللازمة للمجموعة الشمسية فإن مركبات وعناصر هذه المجموعة يمكن أن تتواجد فى ملايين السدم المتعددة ، مما يزيد من احتمال وجود كواكب سيارة لا حصر لها تتبع ملايين الشموس المنتشرة فى أعماق الفضاء .



ما يكدر صفو المجموعة

أولا ما يكدر صفو المجموعة الشمسية كلها اقتراب المذنبات من آن لآخر . والمذنبات أجرام سماوية تسبح حول الشمس وتسبب من الانزعاج والقلق لأهل الأرض أكثر مما تسببه غيرها من أجرام السماء وظواهر الفضاء مجتمعة ! ومسارات هذه المذنبات مستطيلة ، ولا تقترب من الشمس إلا خلال فترات صغيرة جدا من زمن سبحها حولها ، وهو يقدر بعشرات السنين . وعندما تقترب تضيء بشدة وتلمع مخلفة وراءها ذيولا من الغازات المتوهجة . ولهذا السبب يسمى المذنب عادة باسم « النجمة أم ديل » ، ويعمد الناس إلى الدق له بالطبول لعله يبتعد بسلام (*) ولا يصيب الأرض بذيله فيحرق من عليها

(*) كان الناس فى الماضى يرون فى المذنبات نذيرا بالشرور وعظائم الأمور ! ويروى أنه فى عام ٢٢٣ هجرية (٨٣٧ م) هم المعتصم بفتح عمورية ، إلا أن مذنبا ظهر فى ذلك العام مما حمل الجند على التردد والتشاؤم . فلما نفذ المعتصم رغبته وتم له الفتح والنصر هنأه أبو تمام بشعر طيب جاء فيه ذكر بعض ما كان سائدا من العقائد والخرافات التى تتعلق بالتنجيم :

السيف أصدق أنباء من الكتب … فى حده الحد بين الجد واللعب =

وترسل هذه الأجرام إلى الفضاء أكداسا مكدسة من جسيمات غازية وأخرى مشحونة بالكهربية وإشعاعات فتاكة مختلفة الصفات والطاقات ـ راجع شكل (٥) ـ .



شكل (٥) مذنب مور هاوس الذى ظهر عام ١٩٠٨

أين الرواية ، أم أين النجوم وما ... صاغوه من زخرف فيها ومن كذب
تخرصا وأحاديثا ملفقة ... ليست بنبع إذا عدت ولا غرب
وخوفوا الناس من دهياء مظلمة ... إذا بدا الكوكب الغربى ذو الذنب
وصيروا الأبرج العليا مرتبة ... ما كان منقلبا او غير منقلب
يقضون بالأمر عنها وهى غافلة ... مادار فى فلك منها وفى قطب

وتتباين حجوم المذنبات تباينا عظيما ، فقد يصل حجم رأس أحدها حجم الشمس بينما يمتد ذيله عبر ملايين الكيلو مترات ، كل ذلك بالرغم من أن مقدار المادة المتجمعة فيه قليلة ولا تتناسب مع هذه الأبعاد الخيالية . وفى عام ١٧٧٠ اقترب مذنب من الأرض حتى صار على بعد نحو مليونين من الكيلو مترات ، وقدر الفلكيون أنه لو كانت كتلته تضاهى كتلة الأرض لطالت السنة عندنا ثلاث ساعات تحت تأثير قوة جذب المذنب ، ولاستمر مداها محتفظا بهذه الزيادة أبد الدهر . والذى حدث فعلا أن السنة عندنا لم تزدد بفعل جذب هذا المذنب للأرض إلا بقدر لم يصل إلى الثانية الواحدة ، مما دلل على أن كتلته لم تكن أكثر من جزء واحد من عشرة آلاف جزء من كتلة الأرض ! ولقد أثبت التحليل الطيفى لأضواء المذنب وطاقاته الأثيرية المنبعثة منه على وجود الكربون والأزوت فى الذيل وبعض المعادن فى الرأس .

ومهما يكن من شىء فإن العلم لم يكشف سر المذنبات إلى اليوم كشفا يرقى إلى مرتبة اليقين ، إلا أنه قد تم ملاحظة أمرين هامين فى هذا الصدد :

١ — رصد مذنب فى عام ١٨٢٦ ، ولما عاد فى عام ١٨٤٦

شوهد وقد انشطر على نفسه شطرين . وفى الرجعة الثالثة عام ١٨٥٢ رصد الفلكيون شطريه وقد تباعدا بعدا ملموساً، إلاّ أن المذنب لم يعد عام ١٨٧٢ ، ورصدت فى مساره أسراب كثيفة من الشهب تجرى كالنهر .

٢ — عندما تم رصد مسارات عدد من المذنبات وجد أنها تطابق مسارات مجموعات او أسراب من الشهب التى لوحظت بعد ذلك .

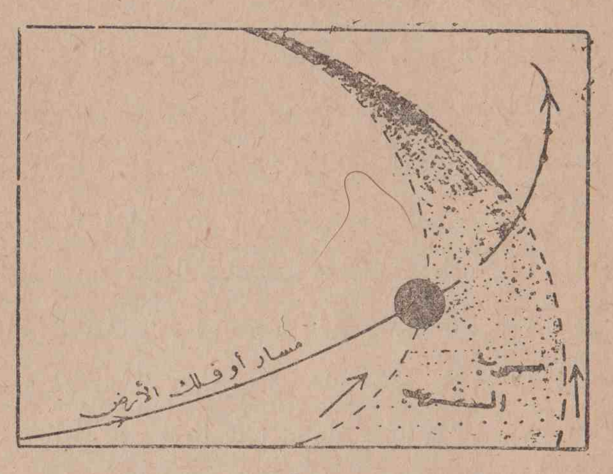
وعلى هذا الأساس يرى بعض العلماء أن رأس المذنب ربما يتكون من أكداس من الشهب ، تنفصل رويداً رويدا منتشرة على طول الذيل لتكون أسراب الشهب التى تهيم فى الفضاء، والتى هى من أهم مصادر الأخطار والأهوال للمسافر عبر الفضاء الكونى القريب .

وبعد أن صاغ نيوتن قوانين الحركة المعروفة استطاع هالى أن يتنبأ برجوع أحد المذنبات عام ١٧٥٩ . ولقد ظهر هذا المذنب فى عهد وليم الفاتح عام ١٠٦٦ م وأوقع الاضطراب والفشل فى صفوف جيشه . وظهر مذنب هالى هذا واضحاً جليا عدة أيام عام ١٩١٠ . ومن أشهر مذنبات القرن العشرين مذنب يقال له (مور هاوس) — راجع شكل (٥) — الذى

ظهر عام ١٩٠٨ ، وكذلك مذنب هالى سابق الذكر ، وقد اقترب عام ١٩٤٧ غير أنه للأسف لم يرصد إلا من نصف الكرة الجنوبى .

وتعكر صفو المجموعة أيضاً أسراب الشهب والنيازك التى هى عبارة عن أجسام مادية صغيرة مختلفة الحجوم والصفات . وكما ذكرنا تهيم الشهب فى أسراب تجرى كالأنهر فى الفضاء ، وأغلب هذه الأجسام من المعدن أو الصخر . وهى عادة تنطلق بسرعة فائقة قد تصل إلى حدود ٤٥ من الأميال فى الثانية الواحدة . والمعرف أن شهابا واحد وزنه جزء من ألف جزء من الجرام الواحد عندما يتحرك بهذه السرعة يكتسب طاقة تعادل طاقات رصاص البنادق رغم أن حجمه قد لا يتعدى حجم حبة الرمل . وتهوى آلاف الملايين من مثل هذه الشهب بلا هوادة إلى جو الأرض الخارجى ، ولكنها سرعان ما تتبخر أو تحترق بسبب الحرارات العالية التى تتولد إثر احتكاكها بالهواء عند ما تنساب مسرعة فيه ، وتختفى عادة على علو نحو ٨٠ أو ١٠٠ كيلو متر من السطح . وهكذا يحمينا غلاف الأرض الهوائى من الشهب وأخطارها . ويبين شكل (٦) سربا من أسراب الشهب فى الفضاء القريب وقد بدأت الأرض تدخل فيه .

ولاحظ علماء الطبيعة الجوية أن لغبار الشهب وأتربتها تأثيرات عظمى على إثارة السحب وعمليات الهطول بوجه عام فى جو الأرض ، لأنها تكون أهم مصادر نويات (*) التكاثف التى تتجمع عليها جزئيات بخار الماء العالق فى الهواء لتكون نقطا



(شكل ٦) دخول الأرض فى سرب من الشهب

(*) معنى التكاثف هو تجمع جزئيات بخار الماء العالق فى الهواء مع بعضها البعض بحيث تكون نقطا من الماء (أو بلورات من الثلج فى درجات الحرارة المنخفضة) . ولا يتم هذا التجمع عادة إلا على نويات هى جسيمات دقيقة من مواد تمتص الماء أو تذوب فيه ، مثل ملح الطعام وكلورور الكلسيوم وثانى أوكسيد الكبريت ونحوها .

من الماء أو بلورات من الثلج داخل السحب . وتعتبر أتربة الشهب وأكاسيدها من أهم ما يلقح به جو الأرض باستمرار من الفضاء ليعطى عمليات متواصلة من التكاثف والمطر . ولقد زاد الاعتقاد بأن دخول الأرض فى أسراب سميكة من الشهب الهائمة فى الفضاء القريب يعقبه غالبا حدوث الهطول المتواصل والفيضانات العالية على الأرض بعد أن تترسب أتربة الشهب المحترقة فى أعالى (الأيونوسفير والستراتوسفير) وتصل إلى طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض (التروبوسفير) التى تثار فيها السحب وينزل منها المطر. وسوف يعتمد رجال الرصد الجوى على هذه الظاهرة كإحدى الدعائم التى يبنون عليها تنبؤاتهم الجوية طويلة المدى التى يمكن أن تمتد خلال شهور بأكملها .

أما النيازك فهى غالبا الأحجار السماوية ، وهى كثيرا ماتصل إلى سطح الأرض بسبب حجومها الكبيرة . ومن أهم النيازك التى وصلت سطح الأرض وأشهرها نيزك سيبيريا العظيم الذى سقط عام ١٩٠٨ وهز سطح الأرض بعد أن عكر جوها . ولقد سبب تلفاً عظيما فى دائرة زاد قطرها على ٤٠ كيلو مترا . وهناك أيضا نيزك الأريزونا بأمريكا ، وقد أحدث هوة عميقة فى سطح الأرض زاد قطرها على ميل كامل ، كما زاد عمقها على

٢٠٠ متر . وقد نجم عن تصادم ذلك النيزك بسطح الأرض أن انفجر النيزك من شدة الصدمة وتطايرت أجزاؤه فى صورة شهب تناثرت حول الحافة بحيث غطت مساحة واسعة جدا .

ولعل أكبر حفر الأرض التى نجمت عن سقوط حجر من السماء تلك التى تمخضت عنها بحيرة بوسامتوى فى ساحل الذهب بغرب أفريقيا . ويبلغ قطرها نحو ثمانية كيلو مترات ، كما يبلغ عمقها نحو كيلو متر كامل .

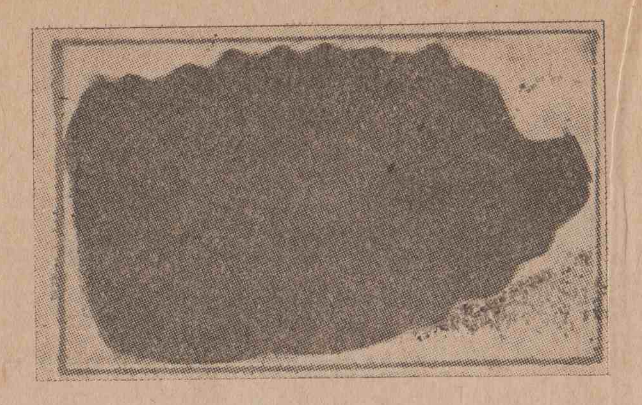
ويمكن أن نضع تحت باب النيازك نوعين رئيسيين هما : —

١ — الأحجار السماوية .

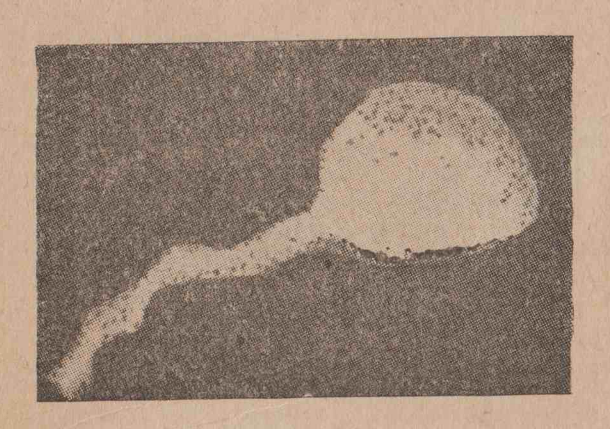
٢ — الكرات النارية .

ولا تسقط الأحجار من السماء إلا نادراً لحسن الحظ . ويرينا شكل (٧) أحد الأحجار السماوية ، وهو يزن نحو ٣٦½ من الأطنان ، وقد عثر عليه فى جرينلند .

ولا تصل الكرات النارية إلى سطح الأرض، إلا أن ضوءها يخطف الأبصار . وعادة تتحرك هذه الكرات بسرعة فائقة ، وقد تنفجر محدثة صخبا وأصداء قوية. ويبين شكل (٨) إحدى الكرات النارية العظيمة التى رصدت فى كبد السماء فى ٢٤ مارس عام ١٩٣٣ وبدت كأنها النحاس يتبعها ذيل يتلوى كالثعبان !



(شكل ٧) حجر جرينلند السماوى



(شكل ٨) الكرة النارية التى بدت كالنحاس يتبعها ذيل من شواظ من نار

وبطبيعة الحال لاحظ الإنسان أغلب هـذه الظواهر منذ القدم، ولفت نظره، الفضاء الفسيح الممتد فوق رأسه وما يسبح فيه من اجرام مختلفة، فلم يتردد فى أن يتخذ من بعض هذه الأجرام آلهة يعبدها، ومن بعض نجوم السماء وكواكبها علامات تعينه على التنبؤ بالمستقبل الذى غاب عنه. وما إن تقدم به ركب المعرفة حتى بدأ يفكر فى ارتياد الفضاء، وبدأت الأحلام العذبة تداعبه فى هذا الشأن حتى مطلع فجر الفضاء حين بدأت الأحلام تتحقق وأخذت طلائع سفن البشر تجوب أركان الفضاء القريب.



ماذا رأى الأقدمون

طالما أغرى البشر منذ القدم هذا الفضاء الفسيح الذى يملأ الآفاق ، وطالما اجتذب أبصارهم وسحر عقولهم ، فحلموا بالسفر عبره . ولعل أقدم الأساطير التى نعرفها فى هذا الصدد ما كتبه لوكيان ساموساتا الإغريقى . وتصف قصته الأولى التى يرجع تاريخها إلى اكثر من ١٨٠٠ سنة مضت ، سفينة من السفن رفعتها عاصفة شديدة إلى عنان السماء ، إلى حيث (*) القمر أو (الجزيرة المضيئة) . وتصف قصته الثانية مغامرات شاب علم نفسه الطيران باستخدام جناحين ، أحدهما جناح نسر والثانى جناح رخ ، طار بهما إلى القمر . إلاّ أن لوكيان أنذر قرّاءه بأن من واجبهم عدم التسليم بصحة مثل هذه الأشياء التى لم يكن ولن يكون فى الإمكان تحقيقها .

ومن اساطير الإغريق أيضا أسطورة إيكاروس الشاب الذى عمد إلى تثبيت ريش الطير على جسده وأطرافه بواسطة الشمع ،

(*) تعكس هذه الأسطورة وأمثالها صورة واضحة عن اعتقاد البشر آنئذ بامتداد الهواء إلى الآفاق البعيدة ، وهى صورة خاطئة بطبيعة الحال .

وبذلك بدا على هيئة الطير وصعد قدما إلى السماء ، حتى إذا ما اقترب من الشمس صهرت حرارتها الشمع ، فتساقط الريش وهوى إيكاروس إلى الأرض حيث لقى حتفه !

ومهما يكن من شيء فإن فريقا من الناس كان فى ذلك العهد البعيد يعتقد فى وجود عوالم أخرى غير الأرض . وربما لم يسلم أفراد هذا الفريق بإمكان الوصول إلى القمر أو المريخ ، إلا أن أغلبهم كانوا على بينة من أمر بعض الكواكب ، واعتبروها أجراما سماوية كالأرض سواء بسواء ، ولم ينظروا إليها نظرة الفريق الآخر ، أى مجرد نقط مضيئة أو مصابيح معلقة فى كبد السماء من أجل رفاهية أهل الأرض ومتعتهم دون سواهم !

ومضت أكثر من ١٤٠٠ سنة بعد موت لوكيان لم يظهر خلالها أى مؤلف يتحدث فيه صاحبه عن إمكان السفر عبر الفضاء الكونى إلى عالم آخر قريب أو بعيد . ويرجع السبب الرئيسى فى ذلك إلى رواج بعض العقائد الدينية التى كانت تنادى بأن الأرض هى العالم الوحيد فى الوجود بأسره ، فلم يجرؤ أحد أن يكتب ، ولا أن يفكر ، فى السفر إلى أى عالم آخر . وربما قاد الخيال بعض الأفراد إلى الاعتقاد بوجود عوالم أخرى ، إلا أنه لم يكن فى مقدورهم التعبير من تلك الآراء أو الجهر بها

او كتابتها ، وإلا اتهموا بالزندقة وحق عليهم العقاب بالسجن او الإعدام !

ورغم هذا نجد عباس بن فرناس فى القرن التاسع الميلادى يحاول بالفعل تقليد الطير ، فيعمد إلى تثبيت جناحين طويلين بهما ريش على طول ذراعيه ، ويعتمد عليهما فى القفز من ارتفاع شاهق لكى يصل إلى الأرض طائرا ، إلا أنه يفشل فى محاولته هذه ويصاب بكسور فى هيكله العظمى تقضى عليه وتضع حدا لمحاولاته !

والكتاب الوحيد الذى تعرض لحقائق الكون خلال هذه الفترة الطويلة برمتها هو القرآن الكريم . وقد نبه هذا الكتاب المقدس إلى أمر اتساع الآفاق خارج نطاق الأرض كما أشار إلى وجود عوالم أخرى غير عالمنا . والقرآن إذ يسبق ركب العلم فى هذا الميدان بعشرات القرون نجده يذكر إمكان وجود الحياة وقيامها خارج الأرض — وهو أمر لم يصل فيه العلم إلى جواب حاسم بعد — كشىء طبيعى إذ يقول على سبيل المثال لا على سبيل الحصر :

فى سورة الأنبياء: «قال ربى يعلم القول فى السماء والأرض»

في سورة النحل : « قل لا يعلم من فى السموات والأرض الغيب إلا الله » .

فى سورة الروم : « وله من فى السموات والأرض كل له قانتون » .

فى سورة الشورى : « ومن آياته خلق السموات والأرض وما بث فيهما من دابة وهو على جمعهم إذا يشاء قدير » .

وفى سورة النحل أيضا : « ولله يسجد ما فى السموات وما فى الأرض من دابة والملائكة وهم لا يستكبرون » .

ولعل هذه الآية الأخيرة من أوضح الآيات التى تفرق بين الملائكة وما فى السموات من كائنات تدب . وقد نعتبر القول الذى ورد فى الآية الأولى مجرد رمز لوسائل التفاهم المختلفة بين سائر المخلوقات ، ما يعقل منها وما لا يعقل كالحشرات ومنها جماعات النمل والنحل . أو نعتبر القول على غرار كلام البشر ونجعله الحد الفاصل بين الكائنات العاقلة والكائنات غير العاقلة . وعلى أية حال فلابد أن فى أرجاء السماء مخلوقات شتى كما هو الحال على الأرض تتواجد حيثما تلائم الظروف الطبيعية والأجواء نشوء الحياة وتطورها . وهذا الأفق الواسع فتحه القرآن الكريم دون سواه من الكتب .

ونحن عندما نتعرض للكلام عن الحياة على الكواكب نجد أن فريقا من العلماء يحتمون ضرورة اعتماد الحياة على ذرة الكربون ومركباتها ، وعلى كميات وفيرة من المياه يمكن أن تذوب فيها هذه المركبات . وهم يرون أن الكربون هو العنصر الوحيد الذى يمكن أن تبنى منه الأجسام ، وذلك لماله من مركبات لا حصر لها تتيحها تلك الحلقات والسلاسل الطويلة المعقدة التى يمكن أن تبنى من ذراته ؛ إلا أن مركبات الكربون هذه تحتاج إلى قدر معين من درجات الحرارة لاحتفاظها بكيانها وبقائها على حالها ، كما أنه عند درجة غليان الماء (درجة ١٠٠ سنتجراد عادة) يتحلل أغلبها ، مما يحملنا على الاعتقاد إذا صح هذا الرأى بأن الجو المناسب من حيث درجة الحرارة هو من ألزم أسس قيام الحياة فى أى مكان وزمان .

ومن المعروف أن مركبات الكربون يمكن أن تذوب فى سوائل أخرى غير الماء ، رغم اختلاف الطرق وقلة درجات اليسر . ورغم أن كيمياء الكربون قد درست دراسة وافية إلا أنه لم يصل أحد بعد إلى حدود إمكانيات هذا العنصر . ولقد ذهب بعض العلماء إلى أنه يمكن أن تنشأ انواع أخرى عديدة من الحياة تحت ظروف تختلف عن ظروف الأرض وجوها .

فمن المشاهد مثلا أن مركبات الكربون والسليكا التى تعرف علميا باسم « السليكونات » لا حصر لها واحتمالاتها عظيمة كذلك ، كما أنها تتحمل درجات عالية من الحرارة وقد تزداد فرصة تكوين مركبات السليكونات على بعض الكواكب ، ومن ثم قد تظهر عليها كائنات حية تبنى اجسامها من هذا المركب .

أما الصورة التى قد نعطيها لأشكال الأجناس الراقية فى أى مكان فهى غالبا ما تشترك معنا فيما يلى :

١ — إعتماد الجسم على هيكل داخلى من مادة صلبة (الهيكل العظمى) .

٢ — وجود مركز رئيسى للأعصاب (هو المخ) ، ثم شبكة مواصلات تنقل ما يصدره المخ من تعليمات إلى سائر أجزاء الجسم (هذه الشبكة هى الأعصاب) .

٣ — خير مكان للمخ هو داخل عضو متحرك عظيم الحماية فى مقدمة الجسم أو أعلاه ، ويحتوى كذلك على أعضاء الحس الرئيسية ، مثل الأعين حيثما توفر الضوء والآذان حيثما توفر الهواء أو الوسط الناقل لموجات الصوت ، ومثل الأنف ونحوها . . .

٤ — إعتماد الكائن على أرجل يدب بها .

٥ — وجود فم للأكل وللكلام أيضا . وقد يكتفى الكائن بمجرد الإشارة ، أو هو قد يعمد إلى استخدام الإيحاء بطريقة ما ، أو قد يستعمل الرسم . . .

ومنذ ثلاثة قرون فقط جاهر علماء الفلك أمثال كبرنيق وكبلر وغاليليو بآرائهم العلمية ، وجازفوا بحياتهم فى سبيل تعليم الناس أن الأرض ليست هى مركز الوجود ، وانها ليست هى العالم الوحيد كذلك . وأعقب ذلك أن ظهرت من جديد الأحلام العذبة بزيارة تلك العوالم الجميلة التى وصفها غاليليو ورصدها بمنظاره المكبر .

وألف كبلر أول كتاب عن السفر عبر الفضاء الكونى ظهر فى أعقاب تلك الثورة العلمية المباركة . ويعتبر ما أسماه (جزيرة لا فينيا) أعجوبة الأعاجيب . ولم يكن يقصد بتلك الجزيرة سوى القمر الذى تصور سكانه من الجن . ووصل بطل كبلر إلى القمر بمساعدة نفر من أولئك الجن ، الذين عبروا به على جسر الظل الذى يسقط من الأرض على القمر فى أثناء الخسوف ! وهكذا بعث كتاب كبلر هذا فكرة السفر عبر الفضاء الكونى من

جديد ، إلا أن الرجل ولا شك لم يكن جادا فيما ذهب إليه من خيال خصيب .

وبعد مضى نحو ربع قرن تقريبا ناقش أحد الكهنة الإنجليز المدعو (جون ولكنز) موضوع إمكان السفر إلى القمر . وتوفرت لولكنز هذا عقلية علمية ، إذ كان أحد المؤسسين الأساسيين لمجمع العلوم الملكى البريطانى . ونشر كتابه المعروف باسم « الكشف عن عالم القمر » ، الذى حاول فيه إثبات وجود سكان على القمر . وكان الرجل جادا فيما ذهب إليه . وحملت حماسة ولكنز وإيمانه الراسخ بإمكان الوصول إلى القمر فى المستقبل القريب بطريقة الطيران عبر الغلاف الهوائى مجمع العلوم الملكى البريطانى ودفعته على الاهتمام بآلات الطيران منذ أيامه الأولى .

والحق يقال : لم تظهر باكورة آثار العلم التجريبى وآثار النهضة العلمية على روايات السفر عبر الفضاء الكونى إلا فى القرن السابع عشر ، ضمن مجموعة القصص التى نسبت إلى الكاتب الفرنسى سيرانو دى بيرجيراك (*) فى إحدى تلك القصص نجد

(*) قد يكون شخصية حقيقية أو حتى خيالية كما تقول البعض .

البطل يزود نفسه بزجاجات مليئة بقطر الندى ، وذلك لكى يصعد إلى السماء عندما تشرق الشمس وتسحب أشعتها معها الندى المترسب على الأجسام ! وفى قصة أخرى يسافر البطل وينساب فى أعماق الفضاء داخل صندوق شدت إليه عدة صواريخ. وأعجب العجب أن أكثر كتاب الفضاء اجتهادا فى هذا الصدد ممن جاءوا بعد بيرجيراك لم يفطنوا إلى أن ذلك الكاتب (الحقيقى أو الخيالى) قد أصاب المرمى وذكر الوسيلة الوحيدة التى يمكن أن تتم بها أسفار الفضاء . وفى ذلك العصر بدا صندوق بيرجيراك النفاث للناس كإحدى الأعاجيب ، فلم يكونوا قد فهموا بعد مبدأ عمل الصاروخ من الوجهة العلمية .

وبعد أن صاغ لنا نيوتن قانون الجاذبية [1] ، وفسر تلك

(١) لكل جسم مقدرة خاصة (أو قوة) يجذب بها الأجسام الأخرى أو يقبضها إليه . وتزداد هذه القوة كلما ازدادت كمية المادة المتجمعة فى الجسم ، وكذلك كلما قلت المسافة التى تفصله عن غيره من الأجسام والعكس بالعكس . ولما كانت الأرض هى أكبر الأجسام القريبة منا فإنها تتميز بأن لها أكبر قوة جذب بالنسبة إلى أى جسم آخر عليها . وتقع الأرض تحت طائل قوة جذب الشمس لها ، إلا أنها لا تهوى متساقطة إليها لأنها إنما تدور فى الفراغ بانتظام ، وتتعادل قوى الجاذبية بين الشمس والأرض مع القوة الطاردة المركزية الناشئة من حركة الدوران .

القوة التى يجب على سفن الفضاء التغلب عليها قبل أن تترك الأرض ، وهى قوة قبضة الأرض أو جذبها ، وبعد أن أمدنا كذلك بقانون الفعل ورد الفعل (١) ، كان ركب العلم قد سار حثيثا ، وكان العلماء قد جمعوا الشىء الكثير عن حقائق الغلاف الجوى ، كما عالجوا الشىء الكثير مما يتعلق بالتحليق فى جو الأرض وخارجه . وجاءت فترة ارتفع الإنسان خلالها فى جو الأرض بواسطة البالونات (٢) ، إلا أنه ثبت أن تلك البالونات ،

(١) هو قانون الحركة الثالث الذى يقول بأن لكل فعل رد فعل يساويه فى المقدار ويضاده فى الاتجاه . فإذا ما وقف مثلا سباح كتلته ك على حافة عوامة حرة الحركة كتلتها هـ تطفو فى حالة من السكون على سطح ماء هادئ تماما ، واندفع السباح إلى الأمام بالسرعة ع ، فإن العوامة ترتد إلى الخلف بالسرعة س حيث : ك × ع = هـ × س

(٢) أهم المحاولات الأولى للصعود بالمناطيد هى :

١ — جاى لوساك الفرنسى — عام ١٨٠٤ — وقد بلغ علوا قدره ٤,٥ أميال .

٢ — جليشر و كوكسويل الإنجليزيان — عام ١٨٦٢ — وقد بلغا علوا قدره ٧ أميال .

٣ — شورنج الألمانى — عام ١٩٠١ — وقد بلغ علوا قدره ٨,٥ ميلا

٤ — هوتورن جراى الأمريكى — عام ١٩٢٧ — وقد بلغ علوا قدره ٨ أميال .

٥ — بيكارد البلجيقى — عام ١٩٣١ — وقد بلغ علوا قدره ٩,٩ أميال .

ثم الآلات التى استخدمت فى الطيران بعد ذلك كلها لا قيمة لها فى أسفار الفضاء .

وفى النهاية حل الوقت الذى غير فيه الكتاب طريقتهم وأسلوبهم ، وبدءوا يؤلفون قصصهم على مبادئ أكثر تعقلا ، وكان جول فيرن الفرنسى أول المغامرين فى هذا الباب . ويعتبر هذا الكاتب أول من نادى ببناء سفن الفضاء عموما ، كما تعتبر قصته « من الأرض إلى القمر » الوحى الصحيح الذى اطلق الفكر البشرى من عقاله ونادى بالاهتمام بسفن الفضاء ودراستها وقد نشرها عام ١٨٦٥ .

ولقد خالف جول فيرن من سبقه من الكتاب والروائيين فى أن ما ذهب إليه لم يكن وهما ولا خيالا خصبا لا يمت للحقيقة بصلة ، بل يعتمد بعض الشىء على أساس علمى سليم ، مما دفع الناس بعد ذلك إلى التفكير فى بناء سفن الفضاء التى تمكنهم من الوصول إلى القمر والمريخ وغيره من الكواكب . وكانت سفن الفضاء التى تدفعها الصواريخ تعتبر فى تلك الآونة ضربا من ضروب الوهم والخيال ؛ لأن أحداً لم يتوقع أن توفر الصواريخ القوة الكافية لدفع السفن .

وفى غضون عام ١٨٧٠ نشر جول فيرن قصة أسماها «رحلة

حول القمر » ، بدأت بوصف مركبة فى صورة قنبلة ركب داخلها الأبطال و أطلقت من مدفع ضخم جدا موجهة نحو القمر. وقد تتبع الفلكيون هذه القنبلة بمناظيرهم حتى استقرت على سطح القمر ، إلا أن تطورات القصة قبل ذلك استدعت أن يستخدم فيرن الصواريخ من أجل تقليل سرعة السفينة إثر اقترابها من القمر ، مما جعل هذه القصة أقدم ما كُتب عن السفر عبر الفضاء .

وأطلق فيرن قذيفته من المدفع بسرعة ابتدائية بلغت ٥٤ ألفا من الأقدام فى الثانية . وقد كان من الممكن ان تتبخر سفينته (كلها أو بعضها) أو تتحول إلى سحابة من الجسيمات الدقيقة جداً قبل أن تغادر فوهة ذلك المدفع الجبار ، وهى على أية حال لا مفر لها من الهلاك بين معولين من معاول الفناء والدمار : قوى الدفع التى تتولد بانفجار أطنان الديناميت من خلفها ، ثم قوى التضاغط الشديد فى عمود الهواء عندما ينكمش سريعا داخل ما سورة المدفع فى أثناء اندفاع السفينة إلى أعلى . وحتى إذا نجحت القذيفة فى الخروج من فوهة المدفع بسلام فإنها تكون قد قطعت نحو ١٠٠ قدم فقط من طول مسارها العظيم بسبب استنفاذ أغلب الطاقة فى مقاومة التضاغط .

ويرجع سبب استخدام تلك السرعة الفائقة فى أول الرحلة إلى لزوم التغلب على قبضة الأرض أو جاذبيتها . فالقمر عندما يدنو من الأرض يكون على مسافة نحو ٢٣٩ ألف ميل منها ، وتتطلب مسألة عبر هذه المسافة سرعة ابتدائية قدرها نحو ٣٦ ألفا من الأقدام فى الثانية ، إلا أن فيرن اختار سرعة أكبر قدرها نحو ٥٤ ألفا من الأقدام فى الثانية ليهيىء لسفينته فرصة التغلب على مقاومة غلاف الأرض الجوى وما يسبب من معوقات للحركة .

وبطبيعة الحال لم يؤمن فريق من الناس بمدفع فيرن . وقدر بعضهم تكاليفه بما زاد على تكاليف إحدى الحروب العالمية التى قامت فى القرن العشرين ! وشرع البعض الآخر يفكر فى استخدام طريقة اخرى أسلم وأكثر نجاحا للحصول على مثل تلك السرعة ، أو على الأقل إكساب السفينة عجلات تزايدية بحيث تصل سرعتها بعد مدة إلى حدود تلك السرعة أو أكثر بدلا من الوصول إليها دفعة واحدة كما يحدث فى القذائف . وقاد البحث والتنقيب هذا الفريق إلى التفكير فى الصواريخ وإعادة النظر فى أمرها ، وشجعهم على ذلك ما سبق أن لمح به فيرن من استخدام الصواريخ فى تقليل سرعة سفينته ،

وهكذا ظهر فريق من أبطال الصواريخ وروادهـا فى القرن التاسع عشر .

وقام بعض كتاب قصص الفضاء ممن عاصروا فيرن أو جاءوا بعـده ، مثل هـ . ج . ولز وكذلك أستاذ الرياضيات الألمانى كورد لا سفتز وغيرهما ، بمحاولات فى هذا الموضوع بغية لفت الأنظار واجتذابها إليهم . وفى كتاب ولز الذى أسماه « اول الرجال على القمر » نجد أن الركاب يحملون من سطح الأرض ضد جاذبيتها الكاملة باستخدام مادة اطلق عليها اسم «كافوريت» تخليدا لذكرى مخترعها بطل الرواية المهندس « كافور » . ويقول ولز أن من خصائص هذه المادة الفريدة مقدرتها العجيبة على تحطيم قوى الجاذبية !! ومثل هـذا الافتراض ولا شك خيال لا مبرر له من الوجهة العلمية . أما لاسقتز ، وقد افترض ان أهل المريخ أعرق حضارة من أهل الأرض ، فقد عمد إلى تصور سكان المريخ وهم يعبرون الفضاء الكونى متحررين من الجاذبية لانعدام أوزان أجسامهم بعد أن غلفوها بكرات من مادة عجيبة تشبه مادة الكافوريت التى ابتدعها ولز وتعطى نفس النتائج !!

خطوات صاعدة



عندما اتخذ جول فيرن من العلم موضوعا لقصصه وأسفاره تخطى ما كان معروفا أو مألوفا فى عصره ، وساعده الخيال على التنبؤ بكثير من الكشوف التى ظهرت بعد ذلك ، إلا أن علماء الطبيعة الجوية والرياضة الذين ناقشوا أمر مدفعه الضخم كوسيلة لإرسال القذائف من الأرض إلى القمر أثبتوا بالأرقام أن المدفع لا يصلح لأداء هذه المهمة بحال من الأحوال وحملتهم هذه النتيجة على البحث والتنقيب عن وسيلة لا ثقة يمكن أن تستخدم لإتمام السفر عبر الفضاء الكونى . وبمضى الوقت لجأ بعضهم فى ضوء هذه الاعتبارات إلى إعادة النظر فى الصواريخ وإمكان استخدامها .

وسريعا ما تبين أن الصاروخ هو دون سواه العدة التى يمكن بواسطتها توفير القوى اللازمة للسفر عبر الفضاء : فهو لا يحتاج إلى وسط مادى ينساب فيه ، ويعمل بمبدأ رد الفعل حاملا طاقته (*) معه . وظهرت أولى الدراسات النظرية السليمة

(*) مبدأ عمل المحركات العادية هو تحويل الحرارة (من الوقود) إلى =

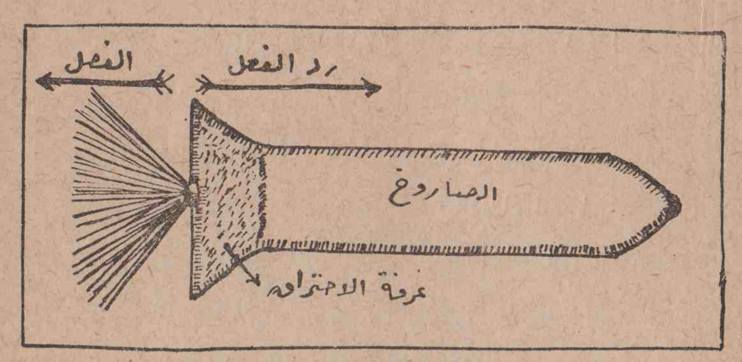
من الوجهة العلمية عن الصواريخ والسفر عبر الفضاء على يد معلم روسى يدعى قسطنطين إدوار دوفتش زيولكوفسكى الذى استخدم فى دراساته علوم الرياضة والطبيعة والكيمياء، إذ كان يوقن بأن محركات رد الفعل لا يدفعها ضغط الغاز المنبثق منها

= طاقة حركة . وعادة يستغل الأوكسيچين الذى فى الهواء لإتمام عمليات احتراق الوقود اللازم لتوليد الحرارة ، كما هو الحال فى الآلات البخارية والآلات ذات الاحتراق الداخلى . أما إذا كان على المحرك أن يولد طاقة الحركة فى الفضاء حيث ينعدم الهواء فلا مناص من أن يحمل المحرك معه الغاز اللازم لإتمام عمليات الاحتراق ، ومحرك الصاروخ يفى بهذا الشرط دون سواه .

ومن ناحية أخرى نجد أن المركبات الأرضية مثلا تتحرك لأن طاقات محركاتها تدير العجلات ، وهذه تلف محتكة بالأرض أوما عليها فتدفع بالمركبات إلى الأمام . أما فى الفضاء فلا يوجد ما تحتك به العجلات إذا اديرت ! ولا مناص من استخدام مبدأ رد الفعل الذى يتوفر بانبثاق الغاز من محرك الصاروخ دون حاجة ماسة إلى مبدأ الاحتكاك أو الضغط ضد الوسط الذى تسبح فيه السفينة كما يظن البعض .

ولعل اول من استخدم مبدأ رد الفعل فى عمل المحركات هو هيرون الإغريقى الذى عاش فى الاسكندرية حوالى عام ٣٠٠ قبل الميلاد ، وذلك بأن صنع جهازا بخاريا يحكى إلى حدما جهاز رش الماء اللفاف الذى يستخدم فى رى الصحارى ، حيث تنبثق المياه من فتحات رأس الجهاز مولدة رد الفعل اللازم لإدارة هذه الرأس .

على الوسط ، وإنما الذى يحركها هو مجرد رد فعل الغاز المنبثق كما فى شكل (٩) .



شكل (٩) مبدا رد فعل

ومهما يكن من شىء فإنه عندما بدأ زيولكوفسكى يتجه بأنظاره وأحلامه إلى الفضاء وأسفاره فى أواخر القرن التاسع عشر كانت تتوفر لديه عدة مزايا ربما لم تتوفر لأحد من قبله : فقوى رد الفعل صارت مفهومة على أساس علمى قويم ، وعلوم الطبيعة والرياضة كانت قد تقدمت حثيثا . ولم يفكر الرجل فى سفن الفضاء دفعة واحدة ، وإنما جاء تفكيره فيها بعد دراسة دقيقة وعميقة ، وحسابات مضنية خلال العديد من السنين التى استخدم فيها كل ما كان يعرف أو يشاهد .

وتوصل زيولكوفسكى بالحساب إلى الجزم بأن الأوكسيجين ليس هو وحده المطلوب لسفن الفضاء ، بل إنها تحتاج كذلك إلى وسيلة لتنقية الهواء الذى يبقى داخلها بعد أن تغادر الأرض . ولما درس هذه المسألة أدخل فكرة استعمال النباتات الخضراء لتمتص ثانى أوكسيد الكربون وتطلق الأوكسيجين أولا فأولا . هذا كما اقترح توليد مجالات صناعية من القوى الطاردة المركزية داخل سفن الفضاء لتعوض اختفاء مجال جذب الأرض عندما تسبح السفينة فى أعماق الفضاء وتفقد الأجسام معالم أوزانها . وسريعا ما قرر الرجل أن وقود الصواريخ المألوف (الوقود (*) الجاف) لا تصل سرعة انبثاق

(*) كمساحيق البارود المختلفة التى تضغط على هيئة مخاريط مفرغة من الوسط ، أو تعبأ فى غرف الاحتراق المفتوحة من الخلف ، لتتحول تدريجيا بالاحتراق إلى بلايين البلايين من جزيئات الغاز التى تنبثق بشدة من الخلف دافعة الصاروخ إلى الأمام — راجع (شكل ٩) — . ورغم أن وزن الجزىء الواحد من الغاز المنبثق لايعدو كسرا يكاد لا يذكر من الدرهم إلا أن عدد هذه الجزيئات المتولدة باحتراق الوقود تدريجا يفوق حدود الوصف والخيال ، بحيث إذا ماجمعنا كتل الجزيئات المنبثقة ثم أدخلنا فى حسابنا سرعتها الخارقة حصلنا على قوى ذات دفع عظيم . والذى تلاحظه أن جزيئات الغاز المنبثق لا تتولد كلها هكذا دفعة واحدة ، وإنما هى تتولد شيئاً فشيئاً باستمرار احتراق الوقود حتى ينفذ .

غازاته إلى المدى المطلوب لحمل السفن إلى الفضاء مهما بلغ من الجودة ، وكان يجرى اختباراته للوقود بطرق رياضية وحسابات مبنية على خواص مركباته الكيموية . وقد استطاع أن يحسب نظريا طاقة اى وقود ، ومن ثم أمكنه تقدير سرعة انبثاق الغازات التى تتولد بالاحتراق .

ولعل أهم ما توصل إليه الرجل من دراساته النظرية الهامة هذه هو إدراك أنه لا سبيل إلى جعل محرك الصاروخ ناجحا فى إنتاج الحركة المطلوبة إلاّ إذا كان وقوده سائلا . واقترح بالفعل وقودا سائلا من مشتقات زيت البترول الخفيفة (ربما هو الكيروسين) . والذى يهمنا استخلاصه من كل هذا على أية حال هو أن زيولكوفسكى نادى فى تاريخ مبكر حوالى عام ١٨٩٨ بلزوم استخدام الوقود السائل فى محركات صواريخ الفضاء وسفنه . وربما كان هو أول من وصل إلى هذه النتيجة الهامة .

وعندما بدأت الثورة الروسية أعمال تخطيطها فى أعقاب الحرب العالمية الأولى شجعت زيولكوفسكى على المضى قدما فى أبحاثه ودراساته ، فنشر كتابا أسماه « بعيدا عن الأرض » ضمنه كثيرا من أحاجى أسفار الفضاء وقصصه الخيالية الجذابة .

وترجم الكتاب إلى لغات أخرى خارج روسيا ، حيث كانت هنالك فئات قليلة تهتم بهذا الموضوع : ففى ألمانيا ظهر هرمان أوبرث ، وفى أمريكا كان الدكتور روبرت هـ . جودارد قد أكمل دراساته الأولى فى هذا الموضوع .

ومات زيولكوفسكى عام ١٩٣٥ ، ولو أنه قدر له أن يعيش عشرة أعوام أخرى لاستطاع أن يرى ذلك الصاروخ الضخم الذى بلغ طوله ٥٠ قدما ووزنه ١٤ طنا ، والذى أنزل الدمار بجنوب بريطانيا ولندن ، رغم أن ذلك لم يكن هدفه ولا غرضه . وليس من شك أن نجاح الروس فى إطلاق (سبتنك) فى اليوم الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ وسبقهم فى هذا المضمار يرجع أساسه إلى بعض المبادىء العلمية التى وضعها زيولكوفسكى ليقوم عليها صرح علم الصواريخ .

وفى عام ١٩١٩ ظهرت فى أمريكا رسالة علمية باسم الدكتور روبرت هتشنجز جودارد بعنوان « وسيلة للوصول إلى أقصى الارتفاعات » . ولم يكن هذا العنوان الصريح مجرد تسمية للدعاية ، فقد عالج صاحبه مسألة استخدام الصواريخ كمركبات لجمع الأرصاد من طبقات الجو العلوى التى لا تصلها عادة بالونات الرصد الجوى ، كما ذكر فى رسالته هذه أنه يمكن من الوجهة

النظرية على الأقل صناعة صاروخ له من القوة ما يكفى لإخراجه من مجال جذب الأرض والتثاقل إلى القمر . وعندما شاع الخبر هللت له الجرائد فى شتى أنحاء الولايات الأمريكية ، وكتبت بالخط العريض تعلن عن صاروخ القمر هذا وعن الشاب الذى يتحدث عنه فى جامعة كلارك .

وعكف جودارد على دراسة الصواريخ من الوجهة العملية . وبدأ تجاربه باستخدام صواريخ الإشارة التى كانت تستعملها السفن وتطلقها باستخدام وقود من البارود الأسود . وقد وجد أن هذا الوقود يحترق بنجاح لا تزيد درجته على ٢ فى المائة ، كما أثبت أن سرعة انبثاق غازاته تبلغ نحو ألف قدم فى الثانية فقط ، فكان عليه أن يعمل على تحسين الصفتين ليحقق غرضه المنشود .

وصواريخ إشارات السفن هى أشبه شىء بصواريخ الأعياد والأفراح التى يضغط وقودها على هيئة قرص حول فجوة مخروطية الشكل . وعندما يحترق المسحوق تتسع الفجوة التى تمثل غرفة الاحتراق فى هذه الحالة . ومعنى ذلك أن غرفة احتراق الصاروخ يزداد حجمها كلما استنفذ الصاروخ وقوده . ولهذا كان من المستحيل أن يستخدم جودارد هذه الصورايخ فى تجارب يمكن

التحكم فيها نظرا للتغير المستمر فى حجم غرفة الاحتراق .

وهكذا عمد إلى بناء غرفة احتراق بنفسه من الحديد الصلب، وشدها إلى جهاز اختبار يقيس به القوة المتولدة عن انبثاق الغازات . كما جعل فيها عدة فتحات مختلفة الحجوم والصفات ليدرس تأثير كل مخرج منها على حدة ويحدد درجة النجاح فى كل حالة . وبعد إجراء تجارب عديدة أبطل استعمال المسحوق الأسود مستعملا بعض المساحيق القوية التى ليس لها دخان ، كما توصل إلى تصميم غرفة تشتعل فيها هذه المساحيق وتنبثق غازاتها بدرجة من النجاح تصل إلى ٦٠ فى المائة ، كما تربو سرعة انطلاقها على ٦٠٠٠ قدم فى الثانية .

ودرس جودارد كذلك تحقيق النظرية القائلة بأن المحرك الذى يعمل على حساب رد الفعل لا يلزمه وسط مادى لأداء عمله ، بأن أدخل غرفة الاحتراق فى أنبوبة فرغها من الهواء تماما ، ثم أشعل فيها مقدارا من الوقود كان قد أعده بكل دقة ليساوى تماما كمية أخرى سبق أن أشعلها فى غرفة الاحتراق داخل الأنبوبة مع وجود الهواء . وتمخضت التجارب عن نتيجة هامة فحواها : أن قوة الدفع أكبر فى حالة الفراغ منها تحت الضغط الجوى العادى . وهكذا اثبت جودارد عمليا أن الصاروخ

لا يلزمه وسط مادى ليسبح فيه ، وأنه كذلك يعمل بدرجة نجاح أكبر عندما يخرج إلى الفضاء الكونى .

وقد يتصور غير المشتغلين بالعلم أنه من الحماقة وإضاعة الوقت أن يبذل المرء الجهد والمال فى سبيل الإثبات العملى لما هو معروف نظريا ! إلا أن أهل العلم يرون أن النظريات العلمية إنما تسبق عادة التطبيق العملى ولكنها لا تغنى عنه على أية حال .

وليس من الصعب أن يحسب المرء نظريا مدى الارتفاع الذى يمكن أن يصله الصاروخ ، إلا أن القائم بمثل هذا الحساب يلزم أن يأخذ فى الاعتبار بعض الحالات المتغيرة مثل : (١) تغير وزن الصاروخ ، ومن ثم تغير عجلة الحركة كلما استنفد الصاروخ وقوده . (٢) التعرض أثناء الصعود لأجواء تختلف مقاومتها للحركة باختلاف الضغط الجوى الواقع عليها . وقد توصل العلماء إلى بعض المعادلات القيمة التى تعالج مثل هذه المسائل ذات الحالات المتغيرة . وتفيد إحدى هذه المعادلات التى تهمنا فى موضوع أسفار الفضاء (أوموضوع المحركات الصاروخية بالذات) أن سرعة الصاروخ تصل إلى سرعة انبثاق الغاز تماما إذا استمر المحرك يعمل مدة كافية ، أى بمعنى آخر إذا حمل صاروخ معه الوقود الكافى .

ولكن ما هي كمية الوقود اللازمة لتحقيق هذا الغرض ؟ لعلنا نلمس الآن أن هذه مسألة المطلوب فيها هو أن تصل سرعة الصاروخ إلى حدود سرعة انبثاق الغاز ، تلك السرعة التي تتغير بتغير نوع الوقود كما رأينا . وقد وجد أنه يجب أن يحمل الصاروخ معه كمية من الوقود تزن ضعف وزنه مرتين وهو فارغ . وتسمى النسبة بين كتلة الصاروخ المشحون تماما بالوقود — أو الكتلة الأصلية — والصاروخ بعد أن يشتعل الوقود — أو الكتلة النهائية — باسم « النسبة الكتلية للصاروخ » ، وهي تعطي دالة أقصى سرعة يمكن أن يصل إليها الصاروخ بصرف النظر عن الوقود المستخدم . فمثلا إذا كان الصاروخ الكامل الذي يدفع بالبارود الأسود يزن ثلاثة أرطال ، اثنان منها يخصان الوقود وحده ، يكون من الممكن نظريا أن تصل سرعة هذا الصاروخ عندما يستنفذ وقوده إلى حدود ١٠٠٠ قدم في الثانية الواحدة وهي سرعة انبثاق غازات المسحوق الأسود .

وهكذا يتضح أنه إذا عرفت (النسبة الكتلية) لأي صاروخ وكذلك سرعة انبثاق الغازات من مؤخرته ، يمكن أن نحسب سرعة تحرك الصاروخ ، ومن ثم مدى الارتفاع الذي يمكن الوصول إليه لحظة استنفاذه وقوده . وبعد تلك اللحظة تكون

درجة نجاح الصاروخ فى تحويل الوقود (إذا وجد) إلى طاقة حركة هى ١٠٠ فى المائة . ومن هنا نبتت فكرة الاستفادة من الصواريخ متعددة المراحل ، أو التى لا تقتصر على مرحلة واحدة . إذ تثبت الصواريخ فوق بعضها البعض ، ثم يطلق الأول منها ليرتفع حاملا معه باقى الصواريخ التى تصغره نسبيا . وعندما تصل سرعة تحرك هذا الصاروخ نهايتها العظمى يكون قد استنفذ وقوده ، فينفصل من تلقاء نفسه متساقطا إلى الأرض ، إلا أنه فى نفس تلك اللحظة يشعل محـــرك الصاروخ الثانى ليبدأ العمل بعجلة تصاعدية جديدة . . . وهكذا . ووظيفة الصاروخ الأول هى أن يكسب سرعته النهائية كلها للصاروخ الثانى ، وبذلك يزيد كثيراً من درجة نجاحه فى تحويل الطاقة المدخرة فى وقوده إلى طاقة حركة . وثمة فائدة أخرى فحواها أن الصاروخ الأول ينفصل من تلقاء نفسه متساقطا إلى الأرض ، وبذلك ينقص الوزن الكلى للقذيفة بالنسبة إلى ما تحمل من وقود .

وإذا ما صمم صاروخ عديد المراحل بحيث تصل سرعته النهائية ٣٦ ألفا من الأقدام فى الثانية يصبح من الممكن لهذا الصاروخ أن ينفذ من أقطار مجال جذب الأرض ليتساقط إلى

القمر ، أو يهوى فى نهاية مرحلته إلى سطح القمر تماما كما تهوى الأجسام فى عالمنا إلى الأرض .

وجاء فى نشرات معهد سمثسونيان العلمية الخاصة بهذا الموضوع : أن الأستاذ هـ . جودارد بجامعة كلارك قد صنع وجرب صاروخا متعدد المراحل بنجاح منقطع النظير ، كان قد صممه من أجل التحليق فى مشارف الجو العليا . وقد لا تقف قدرة الصاروخ عند حدود ارتياد جو الأرض، وإنما قد يستمر فى سيره إلى القمر .

ولم يكن أقصى ارتفاع وصلت إليه أجهزة الرصد الجوى المسجلة يزيد على ١٩ ميلا حتى ذلك الوقت . وكانت الأجهزة تحملها البالونات الطائرة . أما صاروخ جودارد فكان قد صمم ليصل إلى علو ٢٠٠ ميل ، مما زاد من قيمته لدى علماء الطبيعة الجوية والمشتغلين بالرصد الجوى عموما .

ومن أظهر ما ورد فى تلك النشرة العلمية من الوجهة التاريخية هو اقتراح إرسال مسحوق المغنيسيوم الذى يمكن أن يلتهب بمجرد أن يصطدم الصاروخ بسطح القمر ، على أمل أن ترصد تلك الظاهرة من الأرض فى ابتداء الشهر العربى إذا تتبع العلماء انفجار الصاروخ بواسطة المناظير الفلكية المكبرة . وقد

تعرض جودارد بسبب هذا الرأى لكثير من النقد والسخرية التى مر عليها مر الكرام .

وفى عام ١٩٢٣ نشر هرمان أو برث (*) فى ألمانيا كتابا عن الصواريخ وأسفار الفضاء ، وكان على اتصال بجودارد الذى كان منهمكا فى تجربة أول محرك نفاث يعمل بالوقود السائل وقد ورد فى كتاب أوبرث تحبيذ استخدام الوقود السائل لصواريخ الجو العلوى . وبانتشار كتابه فى الأسواق اكتسب سمعة عالمية عالية كأول من أبدى ذلك الرأى الصائب .

وناقش أوبرث فى كتابه هذا موضوع الصواريخ من وجهة نظر عامة، وبين كيف ومتى يستطيع الصاروخ أن ينطلق بسرعة أكبر من سرعة انبثاق الغاز من محركه ، وكيف يمكن أن يستمر مندفعا إلى أعلى بعد نفاذ الوقود . كما ذكر أن الوقود السائل الذى يحمله الصاروخ يمكن أن يستخدم فى تبريد غرفة الاحتراق ودرء التلف والضرر عنها الذى ينجم من جراء الحرارات العالية التى يولدها الاحتراق ولقد أصبحت طريقة

(*) هو رومانى الجنس ، وقد أخذ الجنسية الألمانية فى أوائل الحرب العالمية الثانية .

التبريد هذه هى أساس نجاح المحركات النفاثة الحديثة التى تستخدم اليوم فى دفع صواريخ الفضاء .

ونشر أوبرث طبعة ثانية من الكتاب جاء فيها أوصاف الصاروخ الذى يمكن أن يحمل أجهزة الرصد الجوى إلى الطبقات العليا من الغلاف الهوائى ، كما رسم صورة هذا الصاروخ ، وشرح اجزاء سفينة الفضاء ، وذكر إحدى محطات الفضاء التى تدور حول الأرض من أجل استغلالها فى أعمال الرصد الجوى إلى جانب الاستفادة منها كميناء أو مخزن يمد الصواريخ بالوقود اللازم لها قبل إقلاعها إلى أعماق الفضاء . ولم يهتم الناس بأمر محطة الفضاء ولم يناقشوها ، إلا انهم اهتموا بسفن الفضاء وحللها المختلفة التى يلبسها المسافرون والعمال ، كأشكال المقاعد وأنواع الأحذية وغيرها .. مما يلبس على سبيل الاحتياط داخل السفن حتى تصبح الحياة فيها عادية ، ويمكن القيام بكافة نواحى النشاط وقد انعدمت الجاذبية الأرضية وضاعت معالمها . وهكذا بدا أوبرث كرائد من رواد (الفلك الملاحى) . وغالبا ما وافقه علماء عصره على النتائج التى توصل إليها ، واعتبروه حجة فى هذا الميدان البكر .

واتصل بأوبرث رجل طموح من مصنفى القصص العلمى فى

مقتبل العمر يقال له ماكس فالير . وكان فالير هذا مرحا قوى الحجة ، ناقش مع أوبرث نوع المدفع الذى وصفه فيرن ، فتوصلا إلى أن مثل ذلك المدفع يجب أن تصل طول (ماسورته) إلى مالا يقل عن ٣٠٠٠ قدم ، وكذا يجب أن يثبت على جبل قرب خط الاستواء حتى تصل فوهته إلى علو ١٦ ألف قدم فوق سطح البحر !

وأعاد فالير طبع كتاب أوبرث بعد أن أورد حساباته وتقديراته الرياضية تحت الهامش ونصح القارئ بعدم الرجوع إليها أو إضاعة الوقت فيها ! وذلك ليجتذب أكبر عدد من القراء . ثم أطلق على كتابه المنقح اسم «اقتحام الفراغ الكونى» وسريعاً ما ظهر من قراء كتاب فالير هذا الفتى «ولى لى» الذى عالج نفس الموضوع فى كتاب له أعجب به أوبرث أيما إعجاب .

وقامت جماعة من قراء هذه الكتب كلها بتأليف جمعية أو رابطة الغرض منها الاهتمام بمسائل الفضاء ، وأطلقوا على أنفسهم اسم « جماعة السفر عبر الفضاء الكونى » . وهى نفس الرابطة التى سميت فيما بعد باسم « جماعة ف . ف . ر . » أو « المجمع الجرمانى للسفر عبر الفضاء الكونى » ، وقد انتخبت أوبرث رئيساً لها فى خريف عام ١٩٢٨ ، فرأس ندوة

علمية نظمتها الجماعة ونشرت تفاصيلها باسم : « إمكانيات السفر عبر الفضاء الكونى » .

ودعى أوبرث إلى برلين للإشراف على أول فيلم سينمائى متحرك عن رحلة سفينة صاروخية إلى الفضاء ، وذلك تحت إدارة المخرج الألمانى فرتز لانج . وكان كاتب الرواية هو ذى فون هاربو ، وأسماها « بنت القمر » . وتم بناء سفينة الفضاء كما تم وصف الطريق الذى سلكته إلى القمر حسب نظريات أوبرث الذى رسم سفينة عظيمة شمخت بأنفها إلى عنان السماء وهى تقف على أطراف أربعة فى مثل نصف طولها . وبدت من تحت قمتها مظلة كبيرة على أهبة الانطلاق بمجرد عودة السفينة إلى الأرض ، كما ظهرت من تحت تلك المظلة عدة غرف للركاب والعمال والمهندسين إلى جانب غرفة الالات التى ملئت بأجسام كروية الشكل تشابه مضخات الوقود ، إلى جانب عشرات المخاريط الكبيرة التى تمثل مخارج الغازات المنبثقة .

وعكف أوبرث على صناعة صاروخ يعمل بالوقود السائل مع الأوكسيجين المسال . وجاء فى تقرير «ولى لى» تعليقا على هذه التجارب : كانت نقط الوقود الصغيرة تستنفذ وتحترق بسرعة أكبر مما هو متوقع . ومعنى ذلك إمكان إحراق كميات وفيرة

من الوقود داخل حيز معلوم خلال فترة معينة . ولم يستطع أوبرث حل مشكلة تصميم غرفة الاحتراق ، ولم ينجح فى إرسال أى صاروخ إلى الفضاء ، إلا أن بحوثه نالت كثيرا من التقدير والتمجيد .

ومنحت أولى جوائز ريب — هرسش (كما كانت تسمى إذ ذاك) لهرمان أوبرث تقديرا لآخر بحث نشره ، ولكى تعظم اللجنة قيمة ذلك العمل المجيد ضاعفت جائزة أوبرث فجعلتها عشرة آلاف فرنك بدلا من خمسة آلاف . وسمع جميع الذين كانوا يعملون فى الصواريخ بتلك الجائزة ، ففتحت أبواب الأمل أمامهم ، وكثر الحديث عن السفر إلى الكواكب .

وفى غصون عام ١٩٣٨ دعى أوبرث للاشتراك فى بحوث صناعة الصواريخ التى بدأت تشرف عليها كلية الهندسة بجامعة فينا ، ثم لم يلبث أن نقل إلى كلية الهندسة فى درسدن بألمانيا ، حيث وكل إليه أمر صناعة مضخة وقود لصاروخ كبير . واندلعت نيران الحرب العالمية الثانية ومرت به أحداثها . وفى أوائل عام ١٩٥٥ سافر إلى ردستون بدعوة من الحكومة الأمريكية ليسهم بعبقريته وخبرته فى تذليل الصعاب التى تعترض سبيل البشر فى محاولاتهم لغزو الفضاء الكونى .

رجال بينموند والصاروخ ف ٢

إن تاريخ الصاروخ الألمانى المشهور ف ٢ إنما يرجع فى الحقيقة إلى تلك الأيام التى أرغمت فيها ألمانيا على توقيع معاهدة فرساى فى أعقاب الحرب العالمية الأولى . فعندما أمليت شروط تلك المعاهدة رغب الحلفاء المنتصرون فى منع ألمانيا من إعادة تسليحها ، وخاصة من بناء أية مدفعية ثقيلة . والعجيب أن قائمة الأسلحة التى حرمت عليها شملت كافة أنواع المدافع والبنادق سريعة الطلقات . . . إلا أنها لم تذكر شيئا عن الصواريخ بحال من الأحوال .

وسرعان ما لاحظ الجيش الألمانى هذا النقص فى المعاهدة ، وشرع يدرس الإمكانيات التى تكمن وراء الصواريخ كسلاح فتاك . وفى عام ١٩٢٩ أصدر الجيش أمراً إلى فرع القذائف لبحث احتمالات الاستفادة من الصواريخ فى هذا الصدد ، ووكلت تلك المهمة إلى ضابط صغير السن متقد الذكاء كان قد أكمل حديثا دراساته الهندسية يدعى وولتر دورنبرجر .

ويقص علينا دورنبرجر هذا قصته ويروى لنا ما حدث خلال الأعوام التى أعقبت إسناد تلك المهمة إليه ، وذلك فى كتاب « ف ٢ » الذى نشره فى الولايات المتحدة عام ١٩٥٤ . فقد بادر بإنشاء مركز لبحوث الصواريخ تحت إشرافه ، على أرض مصلحة الأسلحة فى كومرسدورف ، على بعد عدة أميال جنوبى برلين . وعمد إلى فرز المشتغلين فى هذا الميدان بألمانيا . وبطبيعة الحال لم تكن عملية الفرز هذه مهمة سهلة فى ميدان شمل جماعات شتى من الوصوليين والدجالين والمراوغين والمرتزقة والعلميين ... إلى جانب القليل ممن يمكن الاعتماد عليهم .

وزار جماعة ال ف. ف. ر. عدة مرات ورأى أن تجاربهم هى من النوع التافه الذى لا يمكن الاعتماد عليه ، وأيقن أن أغلب أعضائه ممن دأبوا على الكتابة فى الجرائد لمجرد الدعاية وكسب العيش ، إلا أنه اختار من بينهم فون براون الشاب الصغير ليكون مساعده الفنى الأول .

وكان فيرنر فون براون ينتمى إلى عائلة ألمانية ثرية ، وكان أبوه أمينا لوزارة الزراعة ، ولم ترقه تصرفات « ابنه » فيرنر ، وهاله ألا يكرس حياته ووقته للزراعة والأرض ، فقد كانت تستهويه أجرام السماء منذ نعومة أظفاره ويحلم بالسفر إلى الزهرة

أو المريخ . وفى نهاية الحرب العالمية الثانية عندما أسره الأمريكيون وراحوا يستجوبونه كان يبدو صغير السن ، وراح يمزح مع الذين أسروه لدرجة أن الضباط الأمريكيين لم يكن من السهل عليهم التصديق بأنه كان الفتى المسئول عن إنتاج الصاروخ ف ٢ المدمر !

وأتمت جماعة دورنبرجر بعد جهد عظيم بناء صاروخ يعمل بالكحول ، اعتقدوا أنه سوف ينتج قوة دافعة تعادل وزن ٦٥٠ رطلا ، إلا أنه اتضح أن ذلك الصاروخ ما هو إلا حلم يداعبه الأمل . وكان دورنبرجر يعلم علم اليقين أن الدولة لن تخصص لمشروعه الميزانية الكافية ما لم ينجح فى بناء قذيفة كاملة تحلق فى الجو وتستخدم كسلاح . ومن العقبات التى وجب عليهم تذليلها مسألة توجيه الصاروخ ، إلا أن الحظ ساعدهم فى ذلك إذ كان أحد المساعدين الفنيين من المتخصصين فى صناعة الجيروسكوب(*) ، فلم يلبث أن تقدم بمقترحات عملية مفيدة فى هذا الصدد ، وبذلك سار المشروع حثيثا فى سبيل النجاح .

(*) جهاز يمكن بواسطته ضبط توجيه أية سفينة تنطلق بسرعة كبيرة فى اتجاه معين . وهو يتكون من حلقتين تدور كل منهما حول محور متعامد على الآخر ، ويعمل تبعاً لمبدأ الاحتفاظ بحركة الدوران .

وتعلم دورنبرجر ومن معه أن غرف الاختراق الكبيرة لا يمكن أن تصنع بمجرد تكبير الأنواع الصغيرة الناجحة، بل يلزم دائماً ان تغير بعض أجزاء منها وتستبدل بأجزاء من أجهزة لم تكن قد صنعت بعد . واستلزم استمرار اشتعال الوقود مدة طويلة تكفى لوصول الصاروخ إلى ارتفاعات شاهقة وجوب استخدام وسائل حديثة للتبريد، ولزوم تحوير الشكل العام للصاروخ بحيث تقل مقاومة الهواء له فى أثناء انطلاقه .

وفى أوائل ديسمبر عام ١٩٣٤ أتموا صناعة صاروخين بلغت قوة الواحد منهما ٢٣٣٠ رطلا . ولما اطلقوهما من إحدى جزر بحر الشمال وصل أحدهما إلى علو ١ ٢/٥ ميل ، فكانت هذه التجربة هى البداية ، ولكنها بداية لم يعقبها نجاح مباشر فى الحال، إذ اعترضت المسائل المالية سير دولاب العمل. ولكن الرجال الذين توافرت لديهم العزيمة الكافية لبناء أكبر أسلحة الصواريخ فتكا - التى لم يرها العالم من قبل - كان فى وسعهم تذليل العقبات والتوصل إلى الطرق التى تمكنهم من التغلب على أية عقبة من العقبات مهما عظمت . ورأى دورنبرجر أن يبنى محطة تجارب حديثة تليق بالنجاح الذى أحرزه . وعندما تواضع فى تقديراته واعتدل فى النفقات إلى أقصى حد ، وجد أن تلك المحطة سوف

تتكلف مبلغاً مكوناً من سبعة أرقام على الأقل ! وهو مبلغ لا سبيل إلى تدبيره بمجرد المهارة فى تقديم الطلبات وتحرير الاستمارات . وعثر فون براون على الموقع المثالى للمحطة اللائقة بمثل ذلك العمل . وكان ذلك الموقع هو إحدى الجزر الكبرى عند مصب نهر الأودر .

وبعد أن مر عامان كاملان ظل فيهما دورنبرجر يكافح ويناضل بدأ حلمه يتحقق ، واستطاع الحصول على ما شاء من المال ، بل وحشرت إليه الرجال حشراً وتدفقت المواد إلى مكان مستطيل تغطيه الكثبان الخالية ويطل على بحر البلطيق . ولم تمض عدة شهور حتى كان هذا المكان أكبر محطة عرفها العالم لإجراء تجارب الصواريخ . وكان هو نفس المكان الذى سبق أن اختاره فون براون غير بعيد من قرية بينموند لصيد السمك فى جزيرة بوسدوم .

ومرت الشهور تباعاً — استغرقت فى عمل التصميمات المضنية وعمليات بناء الصواريخ واختبارها ، ثم إعادة البناء والاختبارات ، وفى خريف عام ١٩٣٩ أكملت الجماعة بناء صاروخ بلغ وزنه نحو طن كامل وارتفع إلى علو نحو خمسة أميال فى مدة قدرها ٤٥ ثانية ظل خلالها وقوده مشتعلا ، ثم

استمر الصاروخ فى الصعود بعد ذلك تحت تأثير القصور الذاتى . وعندما بلغ أقصى ارتفاع له أعطيت إشارة من الأرض فانفتحت مظلة صغيرة أولا ، ثم انفتحت مظلة أكبر هبط بواسطتها الصاروخ سالماً إلى البحر .

وشرعت الجماعة بعد ذلك تدرس مقدرة الصاروخ عندما يميل قليلا فى سيره على الاتجاه الرأسى ، فأطلقت نفس النوع على هذا الأساس ونجحت التجربة . وهكذا توافرت القرائن الدالة على اقتراب رجال بينموند من النجاح والوصول إلى الهدف المنشود : فقد بنوا صاروخاً موجهاً ، يأخذ مساراً طويلا منحنياً يبدأ من نقطة الانطلاق ليصل أعلى نقطة فى المسار ثم يهوى هابطاً فى مساره المنحنى تدريجاً لينتهى عند الهدف على سطح الأرض . ولم يبق عليهم إلا زيادة سرعة الصاروخ وزيادة حجمه ليحمل مقادير عظيمة من المواد المدمرة وينقلها إلى أماكن نائية ينفجر فيها محدثاً الخراب الشامل .

وشعر دورنبرجر بالثقة فى نفسه وفى رجاله ؛ فتقدم بطلب ميزانية أكبر على اعتبار إنشاء وحدة الصاروخ الكبير (ا — ٤ كما كانوا يسمونه) مشروعاً حربياً من أعظم المشاريع . ووافق رئيس هيئة أركان حرب الجيش الألمانى دورنبرجر على طلبه ،

وأعطى هذا المشروع الأولوية فى المال والرجال .

ومضت عدة شهور ألغيت بعدها تلك الأولوية وضاع ذلك التقدير بقرار من هتلر ، وهكذا حرم رجال بينموند من العون وتعرضوا للحرمان من كثير من المزايا ، وخفض زادهم وعتادهم ، كما عين الفنيون الذين كانوا قد تقدموا بطلباتهم فى أماكن أخرى . وفى تلك الفترة — عام ١٩٣٩ — كانت ألمانيا منهمكة تماماً فى حربها الثانية ، وقد زحفت جيوشها المظفرة عبر كثير من البلاد للقضاء على أعداء هتلر ، واحتلت اكثر من نصف أوروبا ، وأصبح من البديهى لدى هتلر وأغلب من هم حوله من رجال الجيش أن يضن بالمال والرجال على قذائف صاروخية لم تثبت صلاحيتها فى الحروب بصفة قاطعة .

والحق أن بناء الصاروخ ا ـ ٤ تطلب (إلى جانب العمل المتواصل والمجهود الشاق المضنى خلال سبع سنوات متواليات) واستلزم دقة متناهية فى كل شىء وحذراً كبيراً فى كل خطوة ، من ابتداء تعبئة جهاز الضغط الذى يدفع الوقود السائل إلى غرفة الاحتراق حتى لحظة إطلاق الصاروخ ، وبين الخطوتين سلسلة طويلة من العمليات التى تحتاج كل منها إلى توقيت سليم ومهارة فائقة وخبرة فنية عظمى . ولما بلغ مدى القذيفة

الصاروخية ١٢٥ ميلا لم يكن من السهل السيطرة على مسار الصاروخ خلال هذا المسار الطويل بأكمله. فالصاروخ لا يصيب الهدف إلا إذا توفرت فيه شروط ثلاثة هى :

١ — يلزم أن يأخذ الصاروخ الاتجاه الصائب تماماً لحظة إطلاقه .

٢ — يجب أن ينطلق بنفس السرعة المقدرة له بالحساب .

٣ — من الضرورى أن تضبط زاوية ميل المسار بالقدر الكافى الذى يجعل الصاروخ ينطلق فى مسار على هيئة إهليلج أو قطع ناقص (أو قوس غير صادق الاستدارة) ليصل إلى الهدف تماما .

وفى ٣ من ديسمبر عام ١٩٤٢ كان رجال بينموند يعدون العدة لإطلاق آخر صاروخ من صواريخ ا — ٤ سمح ببنائها وتدفقت من محرك الصاروخ سحب من دخان كثيف بدد تجمعاتها شرر مخيف ، ثم تدفقت الغازات بلون أحمر مصفر ، واستمر المحرك يولد قوة دافعة تعادل وزن ثمانية أطنان مدة ثلاث ثوان كما كان متوقعاً . وازدادت قوة الدفع وأخذ الصاروخ الجبار يرتفع تدريجا ، فصعد فى الثانية الأولى مسافة تقل قليلا عن طوله ، وكأنما هو يتردد فى أمر الصعود . ولكن

السرعة ازدادت كثيراً عندما بلغت قيمة دفع المحرك وزن ٢٥ طناً ، إذ انساب الصاروخ مسرعاً فى طريقه وسط هدير مزعج وجلبة مخيفة .

وسار الصاروخ رأسيا مدة ٤½ ثانية ، ثم بدأ يميل حسب الخطة المرسومة تماما . وبلغت سرعة الغازات المنبثقة منه ٦٥٠٠ قدم فى الثانية (أو نحو ١¼ من الأميال فى الثانية) . ولقد أخذت سرعة الصاروخ تتزايد على التدريج حتى وصلت إلى ٦٥٠٠ قدم فى الثانية بعد مضى ٢٠ ثانية من لحظة إطلاقه ، وهى حدود سرعة الصوت ! ثم استمرت السرعة تتزايد . وتكاثفت أبخرة الغازات المنبثقة سريعا بتأثير البرودة فى أعالى الجو مكونة خطاً متعرجا أبيض اللون . وفى تلك اللحظة كان الصاروخ ينساب بسرعة تربو على ألفى ميل فى الساعة . وفى الثانية الرابعة والخمسين من لحظة الإطلاق توقف الاحتراق بنفاد الوقود ، واختفى اللهيب المنبثق بلونه المائل للاحمرار ، إلا أن سرعة الصاروخ استمرت كما هى وكانت قد بلغت ٣٥٠٠ من الأميال فى الساعة .

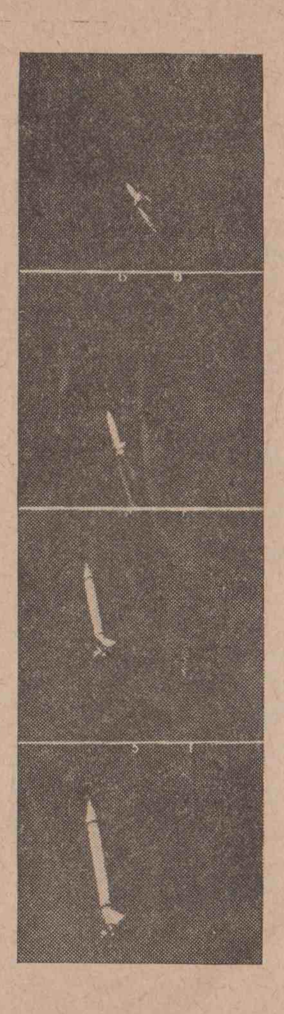
وهكذا أمكن لأول مرة فى تاريخ الصواريخ إرسال قذيفة موجهة توجيها آليا لتصل إلى أعالى الجو فى نهاية مدة الاحتراق وتنساب خلال طبقات مفرغة من الهواء تقريبا . وعندما انقطعت

الإشارات اللاسلكية التى كان يرسلها الصاروخ أيقن المراقبون أنه قد عاد إلى الأرض وارتطم بسطحها على بعد ١٢٥ ميلا من نقطة الانطلاق .

وفى تلك الليلة بات من المستحيل ألا يصدق الحاضرون أن بناء سفينة فضاء تحمل الناس إلى ما وراء مجال جذب الأرض أصبح أمرا معقولا . وصرح دورنبرجر بقوله : « لقد برهنا على أن محركات الصواريخ تصلح لأسفار الفضاء » ، ثم عقب بقوله : « اليوم يبدأ عصر جديد هو عصر الانتقال عبر الفضاء الكونى » . ولتقريب هذه الحقائق إلى الفهم والإدراك نعطى للقارئ فى شكل (١٠) بعض تسجيلات صاروخ الفيكنج الذى نجح إطلاقه فى أمريكا بعد هذا التاريخ بأكثر من ١٥ سنة .

ولم تقنع هذه النتيجة هتلر ، إلا أن الانتصارات الألمانية كانت قد بدأت تتوقف ، وبدأت الهزائم تظهر بعد دخول أمريكا الحرب بعام تقريبا . ولم يكن فى استطاعة أحد فى ألمانيا كلها أن يفهم الفورر أن الصواريخ وحدها يمكن أن تضمن لهم الحرب .

وفجأة لاح الأمل وظهرت الفرصة المواتية عندما أعلن ياور هتلر الخاص يقول : « إن الفورر قد رأى فى منامه أن



(شكل ١٠)

توضح هذه الصور الأربع المراحل المختلفة لمسار صاروخ (الفيكنج) الموجه كما التقطتها عدسة ثيودوليت أسكانيا . وواضح أن زاوية ميل المسار تزداد بالارتفاع ، وكذلك يزداد نجاح المحرك فى تحويل الحرارة إلى طاقة حركة . وعندما تصل درجة نجاح المحرك نهايتها العظمى تنتشر فى الجو هزات من مخروطات فوق سمعية فى أعقاب اللهب التى تومض وميض اللآلئ .

الصاروخ ا — ٤ سوف يصل إلى انجلترا» ! وجاءت الأخبار السارة بأن لجنة عليا من الفنيين سوف تصل إلى بينموند لتشاهد إحدى التجارب . وكانت اللجنة قد عينت لاختيار احد السلاحين إما الصاروخ ا — ٤ ، وإما قذيفة أخرى أنتجتها أسلحة الطيران ، وكان عليها حفظا لجهود الدولة أن تطلب العناية والتشجيع الرسمى لأصلح السلاحين وإهمال السلاح الآخر ، وأطلق على السلاح الأول اسم ف٢ وعلى السلاح الثانى اسم ف١ والحرف ف هو الحرف الأول من الكلمة الألمانية (فيرجلتنج) ومعناها الانتقام .

ولم تمض فترة قصيرة حتى دعى كل من دورنبرجر وفون براون إلى مقر قيادة هتلر الذى طلب إليهما إنتاج هذا السلاح فى الحال وبكميات وفيرة ، على أن تبلغ القذيفة من الضخامة بحيث تحمل معها كل مرة عشرة أطنان من الديناميت يمكن أن تحدث عند انفجارها عملية تفريغ وإبادة تامة. ويقول دورنبرجر فى كتابه إنه ربما أمكن تحقيق رغبات هتلر وآماله لو أن بينموند أعطيت كافة التسهيلات و نالت التشجيع اللازم منذ الابتداء .

وفى تلك الليلة نفسها عاد الرجلان إلى بينموند ، وقد رقى دورنبرجر إلى رتبة القائد العام ، كما نال فيرنرفون براون لقب

بروفسور أو أستاذ من هتلر . وبعد أن كانت بينموند سرا من الأسرار لا يعرف الألمان ما يجرى فيها من عمل ، أصبحت أمرا معروفا بعد صدور القرار بجعلها مشروعاً له رتبة الأولوية والأهمية العظمى ... وتسربت الأخبار إلى الأعداء سريعاً .

وفى منتصف ليلة ١٧ من أغسطس عام ١٩٤٣ أغارت مئات من قاذفات القنابل البريطانية على بينموند وأسقطت نحو ١٥٠٠ طن من القنابل عظيمة الانفجار مع وابل من القنابل المحرقة ، فأشعلت النيران فى كل مكان . وبلغ عدد القتلى فى تلك الغارة ٨٠٠ من المهندسين والفنيين والعمال المدربين . وعلى الرغم من هذا كله سار دولاب العمل ، واستمرت الغارات ...

وفى سبتمبر عام ١٩٤٤ أطلقت أول قذائف الصاروخ ف ٢ عبر القناة الإنجليزية لتسقط فى بريطانيا. وخلال فترة من الزمان أحدث الصاروخ أثرا بالغا ، خصوصا من الناحية النفسية ، برغم انه لم يحدث فراغا تاماً عند (*) انفجاره كما تمنى هتلر ! ولكن القذيفة كانت تنقض من السماء دون سابق إنذار ومن غير جلبة

(*) يبلغ طول الصاروخ ف ٢ نحو ٤٦ قدما ، أما وزنه فيصل إلى ١٤ طنا عندما يملأ بالكحول والأوكسيجين (المسال) ، منها طن واحد من الديناميت .

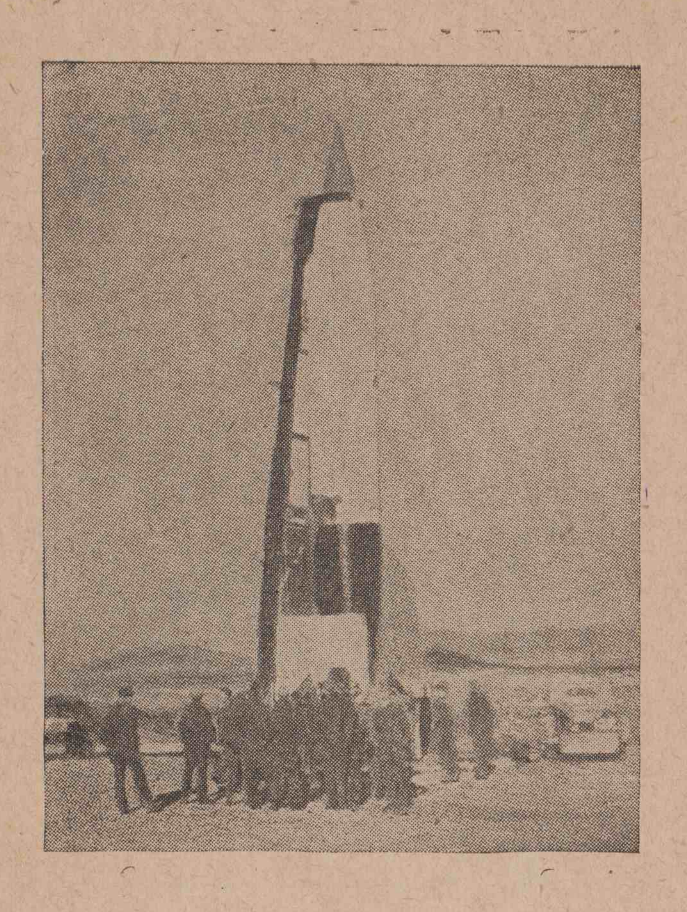
أو ضوضاء . وبعد فترة أخذ الإنجليز يرددون فى شىء من الفلسفة تعليقات منها : « إنها لا تعطى أحدا فرصة ليخاف ، فإذا ما انقض صاروخ منها فعلى الأقل لن تعرف إلى الأبد ماذا جرى لك وما الذى أصابك ! » .

وضربت انجلترا فعلا بعدد أقل بكثير من العدد الذى حاولت ألمانيا إرساله عبر بحر المانش ، إذ لاقى الألمان كثيرا من المتاعب ، ونقلوا بعض معدات الصواريخ إلى داخل البلاد ، وكان الأوكسيجين السائل يتبخر فى أثناء نقله ، ولم يكن فى مقدور ألمانيا أن تنتج فى الشهر الواحد اكثر من ٩٠٠ صاروخ . وبدأت قوة ألمانيا تنهار سريعا ، كما نفذ منها البنزين تقريبا . وبلغ عدد ما أطلق من الصاروخ ف ٢ نحو ٤٣٠٠ صاروخ ، صوب منها على انجلترا وحدها نحو ١٥٠٠ صاروخ ، وسقط عليها بالفعل أكثر من ١١٠٠ صاروخ ، وكذلك أطلق الألمان آلاف الصواريخ فى الميادين الأخرى .

وفى مارس عام ١٩٤٥ تقهقر الألمان وأجلاهم الحلفاء عن مراكزهم الساحلية، وبذلك انتهت مهمة الصاروخ ف٢ فى الحرب العالمية الثانية . وتلك فترة كانت الحرب ذاتها قد قاربت فيها الانتهاء وأمضى دورنبرجر وفون براون وفريق من رجال

بينموند أسابيع الحرب الأخيرة فى قرية جبلية صغيرة كانت قد عزلت عن ألمانيا النازية ، ووقعت فى يد الجيش الأمريكى الزاحف نحو الشرق. وفى تلك القرية وصلت فيرنر فون براون الدعوة بالإقامة فى أمريكا للعمل فى بحوث الصواريخ ، كما وصلت دورنبرجر دعوة مماثلة ليصبح مستشارا فنيا فى بناء المحركات الصاروخية لدى شركة بل اير كرافت . أما بينموند فسقطت بمن فيها فى يد الروس الزاحفين غربا. ويبين شكل (١١) الصاروخ ف٢ الذى نقله الأمريكيون إلى بلادهم . أما شكل (١٢) فيعطى صورة ساحل الولايات المتحدة الأمريكية كما تم تصويره من الصاروخ ف٢ على بعد نحو ١٧٥ كيلو مترا .

ومنذ سقوط بينموند طويت صفحة رجالها ولكن ليس من شك أنه فى ذلك اليوم الذى يتم فيه بناء سفينة الفضاء لتقلع إلى القمر أو أى كوكب قريب ، سوف تعد قائمة بأسماء الرجال بل الأبطال ، الذين دخلوا بينموند وعملوا فيها ، مع غيرهم ممن أوردنا ذكرهم فى هذا الكتاب ، كأبطال مجاهدين لعبوا أدوارهم الهامة فى صناعة الصواريخ وتوجيهها .



(شكل ١١) الصاروخ النازى ف٢



(شكل ١٢) صورة ساحل الولايات المتحدة من على ارتفاع ١٧٥ كيلو مترا

عصر الفضاء

إن عصر الفضاء يبدأ يوم نجح رجال بينموند فى توجيه الصاروخ ف ٢ ، وإرساله إلى أعالى جو الأرض ، إلا أن ذلك الحدث التاريخى الهام أعقبته سلسلة متواصلة من الانتصارات العلمية فى معركة الإنسان ضد الفضاء وغوائله وأهواله . وتبدأ هذه السلسلة يوم نجح الروس فى إرسال أول قمر صناعى يدور حول الأرض فى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ .

وللأقمار الصناعية وإطلاقها قصة غير التى ذكرناها ، ويرجع أساسها إلى التنافس بين الدول العظمى فى صناعة الصواريخ الموجهة منذ سقطت بينموند من ناحية ، وإلى التسابق فى بناء محطة الفضاء(*) ، ثم إلى تنفيذ وإنجاز بعض برامج السنة العالمية لطبيعيات الأرض من ناحية أخرى . وفى الغالب تكون الأقمار الصناعية على هيئة كرات أو أسطوانات من سبائك الألومينيوم ، وتبرز من سطوحها قضبان معدنية كشواخص للرصد وهوائيات

(*) سيأتى تفصيل أمرها فيما بعد .

لأجهزة الإذاعة والاستقبال اللاسلكى ، كما أن بداخلها حوافظ مغناطيسية تعمل على تسجيل ما ترصده الأجهزة ثم إرسال هذه الأرصاد أولا بأول إلى الأرض .

والصواريخ التى تحمل الأقمار الصناعية تكون متعددة المراحل — عادة من مراحل ثلاث — ، وذلك لتتاح لها فرصة الخروج إلى الفضاء الكونى ولتكتسب المزايا الخاصة بعمل المحركات النفاثة بنجاح فى الفضاء عندما تبلغ سرعة الصاروخ زهاء سرعة الغازات المنبثقة من المحرك . ولقد استخدم الأمريكيون لوقود المرحلة الأولى الكيروسين والأوكسيجين السائل فى كثير من الحالات . أما المرحلة الثانية فكان وقودها حامض النيتريك الأبيض مع الدايميثيل هيدرازين . وجعلت المرحلة الأخيرة من صواريخ جويترسى التى تتكون بدورها من مراحل متعددة لا داعى للخوض فى تفاصيلها .

أما السنة العالمية لطبيعيات الأرض فيرجع تاريخها إلى ما كان يسمى أصلا باسم « السنة العالمية القطبية » ، التى نفذت أولى برامجها خلال الفترة الممتدة من أول أغسطس عام ١٨٨٢ إلى نهاية أغسطس عام ١٨٨٣ ، لجمع أرصاد تختص بالمناطق القطبية من حيث عناصر الجو والمغناطيسية الأرضية . ولما كللت

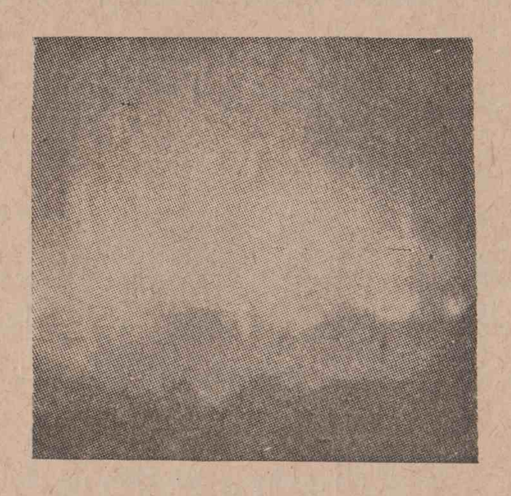
أعمال تلك السنة بالنجاح وعادت الأرصاد التى جمعت خلالها على العلماء بنفع عظيم تم الاتفاق خلال الأعمال التحضيرية لإقامة الذكرى الخمسين لها على إقامة سنة قطبية ثانية تبدأ من أول أغسطس عام ١٩٣٢ وتنتهى فى آخر أغسطس عام ١٩٣٣ ، واشتركت ٤٤ دولة فى ذلك العمل العلمى المجيد .

وكان المقرر أن تقام السنة القطبية الثانية خلال الفترة ١٩٨٢ — ١٩٨٣ ، إلا أن التقدم العلمى السريع الذى أحرزه البشر خلال الحرب العالمية الثانية ، وبزوغ فجر عصر الفضاء ، وعصر الذرة ، كل هذه العوامل مجتمعة حفزت العلماء على إقامتها عام ١٩٥٨ — ١٩٥٩ ، على أن تشمل الأرصاد التى تجمع كافة أرجاء الأرض ، بما فى ذلك المناطق المدارية والاستوائية ، خصوصا وأن هذه الفترة بالذات توافق النشاط الشمسى الدورى الذى لوحظ تكراره كل ١١ سنة تقريبا .

ولقد تم الاتفاق على أن تساهم كل من روسيا وأمريكا فى جمع أرصاد الفضاء والجو العلوى بإطلاق أقمار (*) صناعية تدور حول الأرض فى الفضاء القريب لدراسة الطاقة الشمسية والأشعة

(*) اقتصر على روسيا وأمريكا فى هذه المهمة لأنها تتطلب نفقات باهظة تفوق فى متوسطها تسعة أرقام من الجنيهات !!

الكونية والشهب ومجال الأرض المغناطيسى وأنوار الشمال أو الفجر القطبي (يسميها الفرنجة الأورورا) ، وهى تفريغ كهربى – شكل (١٣) – فى هواء مخلخل (أى هواء منخفض الضغط جدا كما هو الحال داخل الأنابيب الكهربية أو اللافتات). ويحدث هذا التفريغ على ارتفاعات تختلف من



(شكل ١٣) الأورورا أو الفجر القطبي

١٠٠ كيلو متر إلى ١٠٠٠ كيلو متر أو أكثر من سطح الأرض. ويشاهد الفجر القطبى عادة قرب القطبين ، ولهذا أطلق عليه

هذا الاسم . وهو يضىء السماء ويتدلى كالستائر ذات الألوان الجميلة الخلابة ، وله حافة حمراء يتبعها لون أصفر . وأعجب العجب أن تحليل طيف الأورورا دل على وجود غازى الأزوت والأوكسيجين على تلك الارتفاعات الشاهقة ، وعلى عدم وجود الغازات الخفيفة مثل الهيليوم والأيدروجين .

ومن المعروف ان ازدياد النشاط الشمسى يتبعه بعد حين ظهور الفجر القطبي متوهجا فى السماء ، وانتشار العواصف المغناطيسية من حول الأرض ، وارتفاع كثافة الأشعة الكونية(*) ، تلك الأشعة التى تقبل من الشمس ومن أعماق الفضاء الفسيح . ولهذا بات من الضرورى دراسة هذه العناصر كلها ورصدها خارج نطاق جو الأرض للوقوف على حقيقة الأمر .

وفيما يلى بيان بالأقمار الصناعية التى أطلقت خلال السنة العالمية لطبيعيات الأرض . أولا — الأقمار الروسية :

(*) هى مجموعة من البروتونات ونويات ذرات الأيدروجين وبعض العناصر الأخرى . وتتحرك هذه المجموعة بسرعة خارقة تجعلها تحمل كميات عظيمة جدا من الطاقة ، تصل فى مقاديرها إلى آلاف أضعاف الطاقة التى يمكن أن تحملها النوى المنطلقة من الأجسام المشعة على الأرض ، وهى لذلك من قوى الطبيعة العظمى التى تحطم ذرات المواد .

سيوتنك (١) : أطلق فى ٤ — ١٠ — ١٩٥٧ بسرعة وصلت حدود ١٨ ألفا من الأميال فى الساعة الواحدة ، ليدور فى أهليلج (أو قطع ناقص) تحتل الأرض إحدى بؤرتيه ، ويميل على خط استواء الأرض بزاوية قدرها ٦٥ درجة . وبلغ أوج المسار (أو أعلى نقطة فيه) ٩٥٠ كيلو مترا فوق نصف الكرة الجنوبى ، كما بلغ الحضيض (أو أدنى النقط) ٢٢٦ كيلو مترا فوق نصف الكرة الشمالى . وأكمل القمر دورة كاملة حول الأرض فى ٩٦ دقيقة ، إلا أنه أخذ يهبط تدريجا ، وعندما دخل طبقات الجو الكثيفة نسبيا احترق فى ٤ يناير عام ١٩٥٨ . ولم يزد وزن القمر على ٨٣٫٦ كيلو جراما ، برغم أنه كان يحمل أجهزة لقياس الضغط الجوى ودرجة الحرارة وكدمات الشهب أو صدماتها . واستخدم غاز الأزوت الخامل كعازل حرارى يحول دون تسرب الحرارة بين الجدار الخارجى والجسم الداخلى للقمر . وكانت الأرصاد التى يجمعها تذاع على موجتين طولهما ١٥ مترا و ٧٫٥ من الأمتار .

سبوتنك (٢): أطلق فى ٣—١١—١٩٥٧ ، وكان أسطوانى الشكل مخروطى الأنف. وقد بلغ طوله ٥٫٨ من الأمتار تقريبا ، كما بلغ وزنه ٥٠٨٫٣ كيلوجراما ، أى أكثر من ستة أضعاف وزن

القمر الأول . وكان مساره يميل بزاوية قدرها ٦٢٫٤ درجة على خط الاستواء . وقد أتم دورة كاملة حول الأرض فى ١٠٣٫٧ دقيقة ، وبلغ أوج المسار ١٦٦٤ كيلو مترا ، أما الحضيض فلم يزد على ٢٢٥ كيلو مترا . وعندما دنا كسابقه من سطح الأرض احترق فى طبقات الجو السفلى فى ١٤ من أبريل عام ١٩٥٨ .

ولقد زود هذا القمر فى مقدمته بخلايا وعدسات ضوئية من أجل دراسة الإشعاع الشمسى ، وحمل فى مؤخرته كلبة من نوع يقال له (لا يكا) من أجل دراسة إمكانيات الحياة فى الفضاء . وقد تم تسجيل معلومات هامة تتعلق بطب الفراغ ، كرصد النبض والتنفس وضغط الدم وعمليات الهضم . وأرسلت الأرصاد إلى الأرض بعد تسجيلها على حافظات مغناطيسية . وتبين أن لايكا تحملت عجلات التسارع ولم تتأثر بانعدام الوزن ، إلا أنها ماتت مختنقة بعد أن تعطل جهاز تنقية الهواء .

سبوتنك (٣)، أطلق فى ١٥ مايو عام ١٩٥٨ فى مسار يميل بزاوية قدرها ٦٥ درجة على خط الاستواء . وقد بلغ طوله ٣٫٥٧ مترا ، ووزنه ١٣٢٧ كيلو جراما ، منها نحو ٩٦٨ كيلو جراما للأجهزة . وكان الأوج على بعد ١٨٨٠ كيلو مترا والحضيض على بعد ٢٢٥ كيلو مترا . وقد أكمل دورة كاملة فى

١٠٦ دقيقة . وكان الغرض الأساسى من إرسال هذا القمر هو: قياس شدة مجال الأرض المغناطيسى ، والأشعة الكونية ، والشهب المتناهية الصغر ، إلى جانب الأرصاد الأخرى التى سبق جمعها . واحترق هذا القمر فى الخامس من أبريل عام ١٩٦٠ .

وأطلق الروس كذلك لونيك(١) الذى تجاوز القمر مكونا كوكبا صناعيا يدور حول الشمس ، ولونيك (٢) الذى ارسى على القمر الشعار السوفييتى ، ولونيك (٣) الذى دار من حول القمر مصورا نصفه الذى لا يواجه الأرض . ولما التقطت هذه الصورة على الأرض أتاحت أول فرصة يرى فيها الإنسان تفاصيل ذلك النصف . واستمرت تجاربهم تجرى بعد انتهاء السنة العالمية لطبيعيات الأرض حتى أحرزوا من التقدم فى هذا الميدان درجة مرموقة ، وبات أمر إقلاع سفينة فضاء تحمل الناس عبر الفضاء الكونى أمرا متوقعاً .

ثانياً الأقمار الأمريكية .

المستكشف (١) أطلق فى ٣١ يناير عام ١٩٥٨ ، وبلغ وزنه ١٣٫٨ كيلو جراما وحمل أجهزة وزنها خمسة كيلو جرامات. ودار فى مسار مال على خط الاستواء بزاوية قدرها ٣٤ درجة وكان الأوج على ارتفاع ٢٤١٥ كيلو مترا ، والحضيض على

ارتفاع ٣٤٩ كيلو مترا . وقد أكمل الدورة الكاملة فى ١١٥ دقيقة . ويلاحظ أن الحضيض وصل إلى أبعاد شاهقة فى الفضاء برغم صغر القمر نفسه مما قلل من مقاومة الهواء له وأعطاه فرصة كبيرة للبقاء . ورصدت بعض أجهزة هذا القمر الإشعاعات الكونية . ولم يدم المستكشف الثانى طويلا بعد إطلاقه .

المستكشف (٣) : أطلق فى ٢٦ مارس عام ١٩٥٨ ، ودار فى مسار بلغ ارتفاع أوجه ٣٢٠٠ كيلو مترا ، أما الحضيض فقد وصل إلى ١٦٠ كيلو متراً فقط مما عجل باحتراقه فى ٢٨ — ٦ — ١٩٥٨ . وأطلقت الولايات المتحدة كذلك سلسلة من الأقمار فى نفس السنة انتهت بالمستكشف السادس فالرائد الرابع ، وأغلبها سيأتى ذكرها فى سياق حديثنا عن الفضاء الكونى وخصائصه .

وبطبيعة الحال لم يقف التسابق العلمى عند حد إطلاق الأقمار الصناعية أو محاولة تزويدها بمختلف آلات الرصد للكشف عن معالم الفضاء الكونى ، وخصائصه ، أو إمكانيات الحياة فى مركبات الفضاء ، وإنما تعدى هذه الحدود كلها إلى محاولات جديه لبناء سفن الفضاء ومحطاته ، حتى بات السفر عبر الفضاء الكونى فى مركبات تحمل البشر أمرا متوقعا فى القريب العاجل .

سفن الفضاء ومحطاته

منذ أكثر من سبعة اعوام كتب فون بروان فى مجلة (كوليرز) يقول: «إن اتخاذ محطة فى الفضاء لا يقل أهمية عن شروق الشمس علينا كل يوم، وقد أقحم الإنسان نفسه فى الفضاء الكونى وهو غير مستعد للتراجع». والرجل محق فيما يقول: فالذى يملك أول محطات الفضاء يتحكم فى عالمنا بأسره، ولهذا فإن تفاصيل الخطوات والبحوث التى تتم فى هذا الصدد تحاط بالكتمان، كما أن ما ينشر منها يكون إلى حد كبير على سبيل الدعاية.

ونحن عندما نراجع ما قدمناه نجد أن الفضاء الكونى هو قبل كل شىء عالم فارغ من الهواء، كما أنه لا يخلو من الأهوال ومعاول الفناء. وتنعدم فيه المقاومات التى تحد من حركة الأجسام، ولذلك لا توجد حاجة ماسة تدعو إلى جعل شكل سفن الفضاء الخارجى شكلا انسيابيا، بل يمكن أن يتم بناؤها فى قالب عملى مريح، فتبرز من جوانبها أجهزة عديدة مثل الروافع والهوائيات.. ويعطى انعدام الاحتكاك للسفينة فرصة الانطلاق

بسرعة عظيمة جدا ، فى حدود السرعة (*) الفلكية .

ولكن كيف يمكن أن تنطلق تلك السفن الضخمة من سطح الأرض وتتخلص من قبضة جذبها ثم تجمع لنفسها تلك السرعة العظيمة ؟ الجواب على ذلك فى غاية البساطة : إن أغلب تلك السفن لن ينطلق من الأرض ، ولكنها سوف تقلع بعيدا عن سطحها ، بل خارج جوها ، من محطات الفضاء التى هى فى الواقع نوع من التوابع أو الأقمار الصناعية التى تدور حول الأرض على بعد مناسب منها . وسوف تكون تلك المحطات أيضاً بمثابة الأحواض التى تبنى فيها السفن . ومعنى ذلك أنه سوف تكون الرحلة إلى أى كوكب قريب من عدة مراحل هى : أولا الارتفاع فى سفينة صاروخية من سطح الأرض إلى محطة الفضاء خارج جو الأرض ، ثانياً استبدال هذا الصاروخ بسفينة الفضاء المعدة للرحيل إلى المريخ أو الزهرة . وهناك يمكن أن تتم الرحلة على خطوات عكسية مماثلة . وقد يتخذ من دايموس (القمر التابع للمريخ)

(*) أى كسرعة الكواكب التى لاتقل عن عشرة أميال فى الثانية فالأرض مثلا تدور حول الشمس بسرعة متوسطها ١٨,٥ من الأميال فى الثانية ، أو نحو ٦٦ الف ميل فى الساعة .

محطة فضاء تهبط إليها سفن الفضاء ، ويستقل منها الركاب السفن الصاروخية التى تحملهم إلى سطح المريخ نفسه .

ومعنى ذلك أنه عندما يتم بناء محطة الفضاء يسهل ولا شك امر الوصول إلى الكواكب ، وتكون رحلات السفن الصاروخية من الأرض لمجرد مدّ محطة الفضاء بما يلزم من مواد وعتاد لبناء سفن الفضاء التى تنقل الناس عبر الفضاء الكونى . واليوم وقد نجح الإنسان فى إرسال الأقمار الكبيرة إلى الفضاء الكونى وإعادتها سالمة إلى الأرض من جديد لن نستبعد أن تنشر جرائد الغد على صفحاتها الأولى بالخط العريض أنباء تشييد إحدى محطات الفضاء .

ومن الناحية النظرية علينا ان نغير وجهات نظرنا القديمة الخاصة بالسفر عبر الفضاء الكونى ، ونعتبر الأمر مسألة فلكية بحتة : فسفينة الفضاء هى أشبه شىء بكوكب سيار يدور حول الشمس ، ومحطة الفضاء هى بمثابة القمر الذى يتبع الأرض ، وكل منهما يجب أن يتحرك بسرعة فلكية . وبطبيعة الحال تتضاءل ، بل تتلاشى ، سرعة الطائرات النفاثة التى تربو على ٦٠٠ ميل فى الساعة بالنسبة لسرعة سبح أجرام السماء أو الفضاء .

والأرض منذ القدم تتثاقل نحو الشمس وتهوى إليها ،

إلا أن دورانها السريع هذا يولد قوة طاردة مركزية تعادل تماما قوة جذب الشمس لها . وعلى ذلك فإن الأرض (أو أى جرم فى الفضاء) يمكن أن يشبه إلى حد كبير بالحجر الذى يلف فى طرف خيط مشدود إلى اليد ، فالذى يحول دون انطلاق الحجر فى اتجاه العمود للمنحنى الذى يرسمه فى أية لحظة هو قوة الشد فى الخيط. ولكن فى هذا المثال البسيط يتحرك الحجر فى مسار دائرى مركزه اليد ، وهى حالة لا تتوفر فى مسارات الأجسام فى الفضاء، إلا أن النظرية ذاتها يمكن أن تطبق دائما مهما اختلف شكل المسار . والذى يجب أن نلفت إليه الأنظار أنه لا لزوم لتوفر القوة الدافعة على الحركة مادام الجسم يسبح فى الفضاء ، وإنما تنحصر العقبة بكل بساطة فى توفير الحالة التى تلائم ابتداء تلك الحركة ، ومعنى ذلك الحصول على السرعة الملائمة فى المكان والزمان المناسبين ، ونحن قد نتصور إمكان إتمام ذلك بإطلاق قذيفة فى اتجاه معين يكون لتقدير سرعتها الابتدائية الاعتبار الأول كما فعل جول فيرن ، إلا أن الأفضل كما رأينا هو ألا تبلغ السرعة حدها الأقصى فجأة ، ويلزم أن تزاد السرعة تدريجا . وتتطلب الحاجة الماسة إلى الوفر فى استهلاك مواد الوقود توفير عجلة تزايدية كبيرة للوصول سريعا إلى حدود الحركة المطلوبة.

وهذه هى الفكرة الأساسية المستخدمة الآن ، إذ تبدأ الحركة من حالة السكون على الأرض ثم تزاد السرعة كثيرا . ويتم كل ذلك باستخدام السفن الصاروخية المتعددة المراحل . والمحدد الأول لطبيعة المسار هو السرعة النهائية التى تجمعها السفينة والزاوية التى ينطلق عليها الصاروخ . وعندما يتم بناء محطات أو عندما تستخدم سفن الفضاء الذرية تختلف القصة .

وحينما نستعرض بعض ما تعلمناه فى مسائل الحركة من أن مسار أى قذيفة فى الهواء هو قطع مكافئ - پارابولا - نجد أن هذه النتيجة خاطئة وأساس الخطأ فيها افتراضنا أن الأرض مستوية غير منحنية . وعادة يمكن التجاوز عن الخطا الناجم عن مثل هذا الافتراض فى حالات المسافات الصغيرة فقط ، ولكن عندما نعالج مسائل الفضاء يلزم حتما أن نعتبر الأرض كرة ، وعندئذ يصير مسار القذيفة أهليلج أو قطع ناقص ، يحتل مركز الأرض إحدى بؤره .

وعندما بدأت التجارب تجرى فى هذا العصر كانت السرعة النهائية صغيرة نسبياً فألقت بالصواريخ فى مسارات من القطاعات الناقصة الصغيرة التى قابلت سطح الأرض على بعد بضع مئات الأميال فقط من نقطة الإطلاق . وطبيعى أنه كلما زادت السرعة

تمكن الصاروخ من قطع مسافات أكبر ، حتى يصل إلى السرعة التى بها يستطيع أن يدور حول الأرض ويعود إلى نقطة إطلاقه. أما إذا استمر ازدياد السرعة بعد ذلك يزداد اتساع القطع الناقص تدريجاً حتى يصل الصاروخ إلى اى علو مطلوب — كبعد القمر مثلا — ويدور ليعود إلى نقطة إطلاقه إذا لم تتدخل عوامل او قوى أخرى . وهكذا نرى أنه فى جميع الظروف لا تتحرك سفن الفضاء ولا أجرام السماء فى خطوط مستقيمة سواء دفعتها المحركات النفاثة أو لم تدفعها ، فإن الفضاء الكونى لا يعرف الخطوط المستقيمة .

والصاروخ الذى يرسل ليدور من حول القمر ويعود — او ساعى القمر إذا شئنا أن نطلق عليه هذا الاسم — هو ولاشك من النوع الكبير المكون من ثلاث او أربع مراحل على الأقل ، إذ أن المرحلة الأخيرة يجب أن تكتسب سرعة فائقة ، أكبر بكثير من سرعة القمر الصناعى الذى يسبح على علو عدة مئات الأميال من سطح الأرض . وكما قدمنا كلما اكتسبت المرحلة الأخير سرعة أكبر (تزيد على ١٨ ألف ميل فى الساعة) كلما اتسعت أقطار القطع الناقص الذى تسلكه هذه المرحلة ، وتبتعد بذلك أعلى نقط هذا المسار عن الأرض

(أو الأوج) حتى إذا ما قاربت السرعة حدود ٢٥ ألفا من الأميال فى الساعة تحرر الصاروخ نهائياً من قبضة الأرض ، ومرق إلى الفضاء الفسيح ليصبح كأحد أفراد المجموعة الشمسية التى تسبح حول الشمس ، أى كوكباً صناعياً . وهذا عين الذى حدث لبعض ما أطلق من سعاة القمر .

ولما كان بعد القمر عن الأرض هو ٢٤٠ ألفاً من الأميال على وجه التقريب ، يلزم ألاّ تكتسب المرحلة الأخيرة سرعة أكبر من القيمة اللازمة للخروج من قبضة جذب الأرض . وقد وجد أنه إذا مابدأ الصاروخ الأخير مرحلته بسرعة ٢٣٩٠٠ ميل فى الساعة تصبح أبعد نقط مساره من الأرض على علو ٢٨٠ ألفاً من الأميال، أى يصير الأوج أكبر من بعد القمر ، ولا يبقى إلا أن تختار لحظة الإطلاق بدقة وعناية بحيث يدور الصاروخ حول القمر ، ثم يعود قافلا إلى الأرض .

وبطبيعة الحال لا يسير مثل هذا الساعى بسرعة منتظمة ، فهو عندما يسارع إلى القمر إنما يقاوم فى الوقت نفسه جذب الأرض له ، مما يسبب تناقصاً فى سرعته . وعلى ذلك نجد انه كلما ابتعد الساعى عن الأرض كلما قلت سرعته ، حتى إذا ما دنا من القمر دار من حوله بسرعة قد لا تتجاوز مئات الأميال

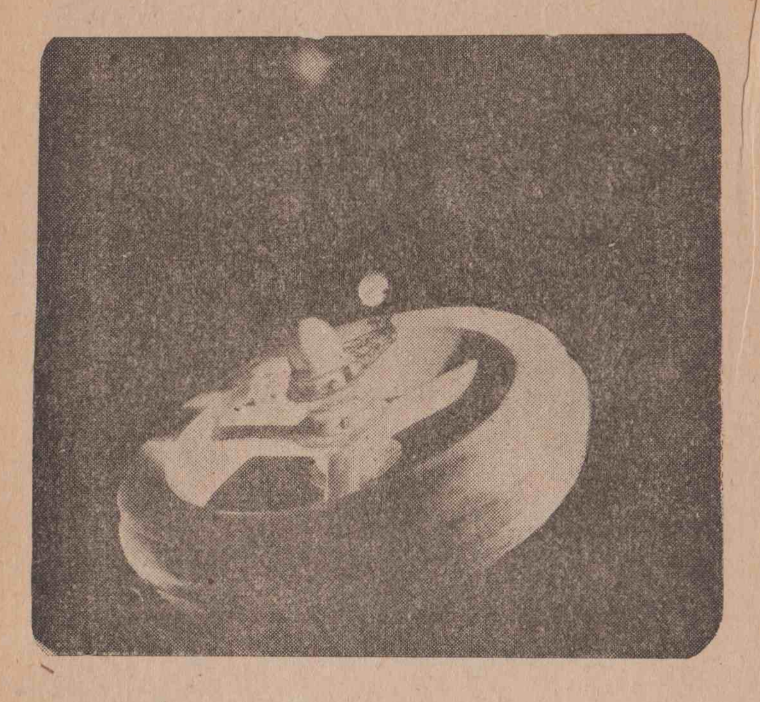
فى الساعة ، ومن بعد ذلك يشرع الساعى فى الاقتراب من الأرض والوقوع تحت طائل جاذبيتها من جديد ، فتزداد سرعته رويداً رويداً ، حتى إذا ماوصل أقرب نقط مساره منها (أو الحضيض) تكون سرعته قد بلغت ٢٢٩٠٠ ميلا فى الساعة مرة أخرى . ويستغرق ساعى القمر خلال الرحلة الكاملة على هذا النحو ١٥٧ ساعة ، أو ما يعادل ستة أيام ونصف يوم ، يستنفذ منها ٥٠ ساعة فى الدوران من حول القمر .

وعندما يدنو الساعى من القمر يضطرب مساره بعض الشىء ، أو هو قد ينحرف قليلا ، تحت تأثير جذب القمر له . وبطبيعة الحال يعمل العلماء حساب هذه الظاهرة فى التقديرات الدقيقة للحظة إطلاق الساعى ، إذ قد ينحرف المسار بدرجة يفلت معها إلى خضم الفضاء الفسيح ولا يعود أبداً . ويسر العلماء بحق أن الساعى يستغرق زهاء ٥٠ ساعة بجوار القمر أو على كثب منه ، فنراهم يعمدون إلى تزويده بآلات التصوير التليفزيونى ومعدات الإذاعة ليمدهم بالمعلومات الوافية عن القمر . ولعل على رأس هذه المعلومات كلها تصوير وجه القمر الذى لانراه كما قدمنا .

وفى العادة لا يزيد وزن (البضاعة) التى يمكن أن تحملها

السفينة الصاروخية على جزء صغير من وزن السفينة نفسها . ويتركز أغلب هذا الوزن فى كميات الوقود الهائلة التى تستخدم ، إلا أنه أمكن إدخال تحسينات عديدة ، كاستخدام قاعدة التدرج او تعدد المراحل ، وتحسين نوع الوقود الخ . . . . كما أن الاحتكاك بطبقات الجو الدنيا السميكة يتطلب الخروج منها على عجل . ولقد أدت كل هذه الاعتبارات إلى التفكير فى اتخاذ وسيلة أخرى اوفر وأسهل لارتياد الفضاء الكونى ، وذلك ببناء محطات الفضاء ، خصوصاً وأن مثل هذه المحطات يمكن أن تقوم بتموين سفن الفضاء بما يلزمها من وقود وزاد وعتاد . وقريباً سوف تحمل السفن الصاروخية التى يمكن إعادتها إلى الأرض المعدات اللازمة لبناء أول محطات الفضاء ، وذلك فى سلسلة رائعة من الرحلات ما بين سطح الأرض ومشارف الفضاء الكونى القريب .

أما محطة الفضاء فهى غالباً ما ستكون على شكل حلقة كبيرة مفرغة — شكل (١٤) لا يقل قطرها عن ٢٥٠ قدماً ، تدور حول الأرض أو الأرض والقمر معاً . والمفروض أن يتم بناء سفن الفضاء على مثل هذه المحطة ، وذلك بأن ترسل الأجزاء المختلفة للسفينة على دفعات عديدة بسفن صاروخية متعددة



شكل (١٤) سوف تدور محطات الفضاء التى على غرار هذه المحطة بمن فيها من الركاب حول الأرض والقمر معا .

المراحل تنثرها على ارتفاع تلك المحطة حيث تظل تسبح حتى يجمعها العمال وهم يرتدون ملابس الفضاء ويتمون تركيبها .

وإن اختفاء معالم الجاذبية التى تعودها البشر على الأرض

تكون له بعض المتاعب بسبب اللبس فى بعض الحواس . فالعمال برغم تحركهم بسرعة مثل ١٨٠٠٠ ميل فى الساعة تسقط عنهم فكرة الأوزان ، وهذه فقط أولى الصعوبات التى يتعرضون لها. ولكن ما قيمة ذلك بالنسبة لما يشاهدون ؟ ! إن المزايا التي يكتسبها رجال محطة الفضاء تفوق حدود الوصف والخيال : فهم مثلا عندما يسلطون منظاراً فلكيا على الأرض وأهلها يمكنهم أن يكشفوا كل ما يجرى فى هذا العالم من حوادث ، وعلى الأخص تجمعات الجيوش وحشود الأساطيل ونحوها .. فإنها كلها تبدو واضحة جلية . ولهذا السبب سيكون لمحطة الفضاء قيمة حربية فريدة ، وإن الدولة التى تسبق فى بناء محطة الفضاء سوف يكون لها حتما السيادة على الأرض ومن فيها .

ولقد بنى فون براون إحدى المحطات واختار فلكها لهذا الغرض بالذات ، فجعل المسار يتجه من الجنوب إلى الشمال ، وتتم المحطة دورتها فيه خلال ساعتين فقط ، على حين تدور الأرض فى الاتجاه المتعامد ، وبذلك يتم كشف كافة أرجائها من تلك المحطة . أما من وجهة نظر العلم البحتة فربما كان أى مسار آخر أفضل ، على أننا لا ننكر أن مثل ذلك المسار الذى يمر بالقطبين يعطى الفرصة السانحة لأصحاب محطة الفضاء التى

تسبح فيه ليجمعوا معلومات لا حصر لها بخصوص تجمعات السحب المختلفة فى جو الأرض ، وبذلك يرج علم الرصد الجوى رجاوفيرا . ومهما يكن من شيء فقد بدىء فعلا بتصوير السحب المثارة فى جو الأرض بالأقمار الصناعية (*) وتوقيعها على الخرائط، وربما أمكن ضبط التنبؤات الجوية بدقة ملحوظة فى ظل هذه الأرصاد أو مد فتراتها بشكل ظاهر مفيد . وربما تكون أهم المسارات قاطبة تلك التي تقع على مستوى خط الاستواء أو بالقرب منه ، فإن محطات الفضاء التى تسبح فى مثل هذه المسارات يمكن استخدامها فى إعادة الإذاعات اللاسلكية والتليفزيون . وتكفى ثلاث محطات فقط لتتابع الإذاعة على كافة أرجاء الأرض .

والأرصاد التى تجمعها محطات الفضاء لها مزايا علمية فريدة ، لأن الغلاف الجوى المحيط بالأرض له تأثيره السيء على أغلب الأرصاد المأخوذة من على سطح الأرض ، فهو يحجب عنا كثيرا من أشعة الشمس فوق البنفسجية ويصفيها ويحول دون دراستها ،

(*) تقوم مصلحة الأرصاد الجوية بالقاهرة بجمع مثل هذه الصور على سطح الأرض بعد إعدادها بمعرفة المختصين فى الأقمار الصناعية .

وكذلك الحال مع الأشعة الكونية . كما أن العلوم الفلكية سوف تحظى بتقدم مرموق ، ولما كانت جميع الأجسام هناك لاوزن لها فإنه يمكن تشييد مناظير عظيمة تسبح فى عزلة فى الفضاء ويتم الإشراف عليها من محطة الفضاء التى على كثب منها . ومجمل القول أن تشييد محطات الفضاء سيمنح العلماء مغانم ومزايا لا حصر لها ، ولكنها قد تكون قليلة بالنسبة للأخطار والأهوال التى تنتظر رواد الفضاء الأول !

ومهما يكن من شىء فقد تم جمع معلومات وفيرة عن الفضاء الكونى وإمكانيات الحياة فى سفن الفضاء عن طريق الأقمار الصناعية التى نجح إرسالها حتى الآن . ومن آخر هذه المعلومات ما جمعته سفينة الفضاء الروسية التى أطلقت يوم الخميس ٩ — ٣ — ١٩٦١ واستعيدت من الفضاء الخارجى بعد أن حملت معها الكلبة (بلاكى) وعدداً من فيران التجارب البيضاء والسوداء ، وأنواعاً شتى من الحشرات وبذور النبات وغيرها من أفراد مملكتى الحيوان والنبات . فقد أمضى الركاب هذه الرحلة فى حالة صحية جيدة ، ولم تتأثر الكلبة من حالة انعدام الوزن كما ثبت بمراقبتها بجهاز تليفزيونى . فهل حلت

روسيا وأمريكا نهائياً مشكلة سفر الإنسان إلى الفضاء ؟
لقد أطلقت روسيا رجل الفضاء وعاد سالما .

ولاشك أن رحلة جاجارين فى ١٢ أبريل عام ١٩٦١ ، تلك الرحلة التى تضمنت إرسال سفينة فضاء تحمل يورى جاجارين إلى الفضاء القريب [أو أعالى جو الأرض] ثم إعادته سالما إلى قطر معين ، تعتبر فى حد ذاتها الخطوة الحقيقية التى وضعت حدا لأكبر مواطن الضعف فى جميع محاولات البشر فى هذا الصدد. وهى إن دلت على شىء فإنما تدل على أن الإنسان إنما يقترب حثيثا من تحقيق السفر عبر الفضاء الكونى ، بعد أن توفرت لديه أجهزة التوجيه الدقيقة والحساب السليم والوقود اللائق ، وهكذا يبدو أن المشكلة قد دخلت فى مرحلة الحل النهائى .

وسوف يلى ذلك بطبيعة الحال عدة محاولات أخرى من أجل توفير العدد الكافى من رجال الفضاء ، ثم بناء محطة الفضاء التى تعتبر بمثابة المرفأ أو الميناء الذى تبدأ منه رحلات الفضاء إلى الكواكب فى المستقبل القريب ، ولكن أغلب هذه المحاولات يحاط بالكتمان لأسباب عديدة ، ونحن لا نكاد نعرف إلا بعض نتائجها .

ولقد اختير جاجارين اختيارا خاصا من بين آلاف المتطوعين ، وذلك لأن نقطة الضعف الحقيقية فى أسفار الفضاء

مصدرها العنصر البشرى . وقد حصل جاجارين على قدر من الخبرة جعله يبتكر التمارين التى تتيح للجسم اللياقة البدنية لكى يقاوم مشكلات السفر عبر الفضاء وأهواله ، كالتعرض للعجلات الكبيرة وحالة انعدام الوزن والاهتزاز الشديد ... والمفروض أن يقاوم رجل الفضاء هذه الحالات بشتى الطرق وعلى رأسها قوة الإرادة . والألعاب الرياضية من خير ما يعين المرء على تحمل مثل هذه الحالات ، فهى تزيد من مرونة عضلات الجسم وصلابته وقوة احتماله . ومن وسائل الرياضة المستخدمة الانزلاق على الجليد والسباحة والجرى والنط والغوص فى الماء إلى أعماق يزداد فيها الضغط على الجسم بشكل ظاهر ، والتعرض للمفاجات . ويمنع رجال الفضاء عن التدخين وشرب الخمور ونحوها .

ولعل رجل الفضاء الثانى هو الأمريكى آلن شبرد الذى أرسل فى ٥ مايو ١٩٦١ داخل مركبة فضاء وزنها ١½ طن . وقد حلقت هذه المركبة لمدة ١٥ دقيقة فى جو الأرض ، فوصلت إلى ارتفاع ١١٥ ميلا ، كما قطعت مسافة ٢٩٠ ميلا صوب الجنوب فوق المحيط الأطلسى ، ووصلت سرعتها حدود ٥ آلاف ميل فى الساعة . وانتشل آلن من الماء بواسطة طائرة هليكوبتر .

طب الفضاء

إن نقطة الضعف الحقيقية فى موضوع السفر عبر الفضاء الكونى باتت هى العنصر الإنسانى وحده ، لأنه لا يستطيع أحد أن يقدر تماما كيف يتصرف الإنسان وهو فى الفراغ . ومهما كانت مقدرته على التحمل ، ومهما بلغت قوى التأقلم أو التعود فيه بالخبرة والمران فهل هو يستطيع حقا أن يعيش طويلا معرضاً لخواص الفراغ وظواهره كانعدام الجاذبية أو تحت تأثير عجلات التزايد أو التناقص بفرض اكتمال حمايته من الشهب والأشعة الكونية ؟!

إننا سمعنا عن الكائنات الحية كافة التى حملتها الصورايخ والأقمار الصناعية إلى الفضاء حيث فقدت أوزانها ، إلا أنه يلوح أنها كانت سعيدة حقاً ، ولكن هل تعطى هذه التجارب فكرة صحيحة عن طول تأثير تلك الحالات على أى فرد من البشر يحتفظ بتوازنه وشعوره ؟ يؤكد الأطباء الإخصائيون بأن الخطر ليس جسيما . ولكن لزيادة الضمان سوف تعمل ترتيبات خاصة فى محطات الفضاء وما على شاكلتها لتوليد جاذبية صناعية . ولعل أبسط

الطرق لتحقيق ذلك استخدام الأحذية المغناطيسية (كما فى فيلم أبطال القمر) ، إلا أن الأغلب أن تعطى المحطة حركة دوران بطيئة حول مركزها ينجم عنها قوة طاردة مركزية تعوض ما ألفناه على الأرض من تثاقل إليها ، مهما كانت تلك القوة صغيرة بالنسبة لجذب الأرض . وهكذا سوف يستطيع عمال المحطة وروادها أن يقسموا فراغهم مرة أخرى إلى فوق وتحت، حتى لو كانت كلمة فوق بالنسبة إليهم تعنى نحو مركز السفينة وكلمة تحت تعنى إلى خارجها أو بعيداً عن المركز !

وأغلب المشكلات التى يثيرها السفر بالصواريخ تدرس من الوجهة التطبيقية ضمن برامج مدارس طب الطيران التابعة لسلاح الطيران أو كليات الطب* ، حيث تتم دراسات تأثير العجلات السريعة التى يتعرض لها الركاب خلال اللحظات الأولى من إطلاق الصاروخ ، وذلك بإجراء التجارب على نفـر من المتطوعين — راجع شـكل (١٥) — وعادة يعرض المتطوع لقوة طاردة مركزية تزاد إلى أضعاف قوة جذب الأرض ، وفى خلال ذلك يقاس النبض والتأثيرات العضلية ومعدل التنفس

(*) كما هو الحال فى كلية طب القاهرة .



(شكل ١٥) حالة تبين فعل ابتداء ازدياد السرعة داخل الصاروخ

وعوامل أخرى حيوية يتم تصويرها كلها أثناء التجربة . ويعطى شكل (١٦) جانباً من نتائج بعض التجارب التى أجريت لدراسة تأثير العجلات ، ومنها ما أجرى فى الطائرات الصاروخية . ولقد أمكن الجزم بأن الشخص العادى السليم تماماً يمكن أن يتحمل قوى تبلغ أربعة أضعاف قوة جذب الأرض دون أن يصاب بسوء . وعندما تبلغ القوة خمسة أضعاف الجاذبية الأرضية




(شكل ١٦)

(أ) تحت تأثير عجلة تعادل أربعة أمثال عجلة جاذبية الأرض تتثاقل العضلات كأنما تجذب جذبا إلى القدمين ، ويتلاشى النظر من أطراف العينين .
(ب) تحت تأثير عجلة تثاقل تعادل خمسة أمثال عجلة جاذبية الأرض يبدأ النظر فى التلاشى من أجزاء العين المركزية : ويظهر أثر التثاقل على الجفون والشفاه والفك فتتدلى إلى أسفل .

يصبح التنفس عسيراً ويفقد البصر ، وبعد عدة ثوان يفقد الفرد إحساسه إذا كان يجلس معتدلا أثناء التجربة . أما إذا كان راقداً فإن احتمال الجسم لهذه الحالات يزداد كثيراً . وقد تحمل نفـر من المتطوعين المختارين اختياراً خاصاً قوى زادت على عشرة أضعاف الجاذبية الأرضية لمدة دقيقتين أو ثلاث دقائق وهم رقود .

وفى الصواريخ متعددة المراحل تكون العجلات ، ومن ثم القوى الناجمة عنها ، من النوع الذى يتزايد سريعاً جداً لمدة قصيرة . ويتكرر التعرض لهذه العجلات كلما انفصلت درجة من درجات الصاروخ بعد أن تستنفذ وقودها . ومعنى ذلك أن الوضع الطبيعى للسفر عبر الفضاء الكونى لن يحتمل ركوب أى شخص كان ، بل سيقتصر على الأكثر صحة وتحملا .

ومن الطيارين من حلقوا فى طائرات صاروخية إلى ارتفاعات شاهقة بسرعة كبيرة ، زادت على ١٣٠٠ ميل فى الساعة وتلاشت معها الجاذبية خلال فترات خاصة . وانعدام الجاذبية من اكبر أعاجيب الفضاء إذ يفقد المرء معه إحساسه لما ألف على الأرض ، وقد سبق أن ذكرنا أنه يمكن توليد جاذبية صناعية عن طريق القوى الطاردة المركزية .

والمعروف أننا على ارتفاع نحو ١٥ ميلا نكون قد تخلصنا من نحو ٩٨ فى المائة من كتلة الغلاف الجوى تحتنا ، ذلك الغلاف الذى يبلغ من السمك والكثافة القدر الكافى لحجز اغلب الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس والتى نشاهد بعض آثار ما ينفذ منها إلى سطح الأرض عندما نعرض أجسامنا لها . ولكن هل نحن نعرف حقاً ونحن نأخذ حمامات الشمس أن

سواد تلك الأشعة (التى تكسب أجسامنا ذلك اللون البرنزى الجذاب) فتاك للخلايا الحية ضار للجسم ؟ نعم إننا فى أعالى جو الأرض أو فى الفضاء يجب علينا أن نحمى أجسامنا من هذه الأشعة ذات الأمواج القصيرة القاتلة ، فنعمد إلى استخدام عدسات خاصة للنظر وإلى لبس حلل الفراغ . ويبدو أنه سيكون من الضرورى أن يعيش رواد الفضاء فى غرف مصمتة داخل محطات الفضاء وسفنه ، تحت أضواء صناعية .

وربما تسهل سبل الحياة هناك تحت تأثير عمليات تكييف الهواء وتنظيم درجات الحرارة . ولكن يجب ألا ننسى أن كل فقاعة من ذلك الهواء مما تجلب من الأرض ، وكذلك الماء والغذاء وكافة مستلزمات الحياة . ولهذا فقد رسمت الخطط لاستمرار تنقية الهواء والتخلص من الفضلات ، إلا أن هذا وحده لا يكفى إذ يلزم استمرار ورود المدد وتخزينه من الأرض فى محطات الفضاء .

وقد يستخدم الإشعاع الشمسى بدلا من الوقود فى توليد الكهربا اللازمة للمحطة ، وذلك بأن تركز أشعة الشمس بواسطة مرايا عاكسة لامة على أنابيب بها زئبق لا يلبث أن يغلى ويولد القوى المحركة المطلوبة . ويمكن أن تكثف أبخرة الزئبق

مرة أخرى ، وذلك بحملها إلى جانب السفينة أو المحطة الذى لا يواجه الشمس حيث تنشط عمليات الإشعاع الحرارى إلى الفضاء وتكون درجات الحرارة منخفضة جدا .

وتنحصر مشكلة تصميم حلة الفراغ فى أمر وجوب تنظيم درجات الحرارة والرطوبة داخلها . والحق أنه لن يقدم على استخدامها أول مرة إلا كل مغوار شجاع . ومن ألوان الخبرة المخيفة ما يتعرض له عامل الفضاء عندما يحلق فيه منفردا وقد انعدمت لديه الحيل وتبدلت السبل ! فلا قيمة مثلا لمطرقة كبيرة بعد أن فقدت وزنها هناك . ولا بد من استحداث طرق وأجهزة هندسية لأعمال الميكانيكا فى الفضاء . وحتى ذلك المسدس النفاث الصغير الذى يستخدمه عامل الفضاء للحركة والانتقال ، يجب الحذر والاقتصاد فى استخدامه ، فإن أى خطأ فى توجيهه قد يؤدى إلى سحب صاحبه بعيدا فى أعماق الفضاء ، أو جعله يدور على نفسه كنحلة الأطفال عندما تدور سواء بسواء .

وهناك فى ناحية الأجسام المتناهية فى الصغر التى يفيض بها الفضاء الكونى تأتى الأشعة الكونية التى نجهل كثيرا من خصائصها الضارة . ولهذه النويات الذرية التى تقبل من الشمس ومن أعماق الفضاء أوزان ضئيلة جدا ، إلا أن سرعتها تبلغ

آلاف اضعاف سرعة الشهب ، وتقارب سرعة الضوء . ويتم امتصاص أغلبها فى جو الأرض العلوى ، غير أن تصادمها مع مكونات الهواء (غازاته) يسبب انبعاث إشعاعات ثانوية ضارة . ومن هذه الإشعاعات الثانوية الضارة ما يستطيع اختراق الأجسام السميكة الصلبة . ولما استخدمت الأقمار الصناعية التى أطلقت لتحلق فى الفضاء الكونى وتسبح فيه لجمع معلومات قيمة عن الأشعة الكونية اكتشفت أحزمة برمتها من هذه الأشعة حول الأرض فى الفضاء القريب منها ، وسيأتى بيانها فيما بعد .

وتدل نوى العناصر الداخلة فى تكوين الأشعة الكونية على عمليات ضخمة تجرى فى بعض أرجاء الفضاء البعيد ، وتؤدى إلى زيادة طاقة تلك النوى إلى درجة عظيمة جدا . وتتيح أرصاد هذه الأشعة فرصة دراسة الكون على نطاق أوسع وإلى مسافات سحيقة فى أعماق الفضاء خارج نطاق المجموعة الشمسية . أما الأشعة الكونية التى منشؤها انفجارات الشمس وبراكينها فهى تتألف من نوى طاقاتها قليلة نسبيا . وتبلغ طاقة جسيمات هذه الأشعة فى كثير من الحالات بضعة آلاف الملايين ، بل ربما عشرات آلاف الملايين من الالكترون فولت ، وقد تزيد على ذلك كثيرا فتصل إلى بليون الكترون فولت ، مما يزيد احتمال افتراض

أنها تقبل من خارج الكون ، وتزداد سرعتها بتأثير جذب الكون لها . ولما كانت هناك مجالات مغناطيسية فى الفضاء الخارجى للأرض ، نجد أن جسيمات الأشعة الكونية تنحرف عند مرورها فى هذه المجالات ، وينشأ عن ذلك حجز الجسيمات الأولية للأشعة الكونية التى تحمل شحنات كهربية ، أو سلوكها طرقا منحرفة انحرافا كليا ، مما يجعل من العسير حقا تتبع خطوط سيرها والوصول إلى منابعها عندما تصل إلى سطح الأرض .

ولا يصل سطح الأرض من هذه الأشعة إلا النذر اليسير ، فالسنتيمتر المربع الواحد يستقبل فى المتوسط جسيما واحدا منها فقط فى الثانية ، بينما يمتص السواد الأعظم فى مداخل الجو العليا . وإذا ما نجحنا فى العثور على الفوتونات ، فإنها نظرا لتحركها فى خطوط مستقيمة سوف تعيننا أكثر من أى شىء آخر فى الكشف عن المكان الذى تقبل منه الأشعة الكونية .

ومن العناصر التى تدرس كذلك ضمن برامج طب الفضاء نقص الضغط الجوى ثم اختلافات درجة الحرارة بمقادير لا تستقيم معها الحياة . فعلى سطح الأرض قد يهبط الضغط الجوى عن متوسطه الذى يعادل ١٠١٣ ملليبار ، إلا أنه لا يتعدى فى هبوطه هذا مدى ٥٠ ملليبارا عن المتوسط فى قلب أكبر

الأعاصير المدمرة . أما الارتفاع إلى قمة الجو فمعناه النقص السريع فى الضغط الجوى : فعلى علو ٢٢ كيلومترا نكون قد تخلصنا من نحو ٩٨ فى المائة من وزن الغلاف الجوى بأكمله ، وعلى علو ٢٠٠ كيلو مترا يصل الضغط إلى أجزاء معدودات من عشرة ملايين جزء من قيمته عند السطح ، وهكذا يستمر التناقص فى الضغط مع الارتفاع حتى نصل إلى قرب الفراغ التام على بعد عدة مئات الكيلومترات من سطح الأرض . ولما كان غليان السوائل ، ومنها الدم ، يتوقف على الضغط المحيط به أو الواقع عليه ، نجد أنه كلما انخفض الضغط قلت درجة الحرارة التى يغلى فيها الدم . فعلى ارتفاع نحو ١٩ كيلو مترات فقط يغلى الدم فى درجة حرارة الجسم العادية وهى درجة ٣٧ سنتجرادا . ويؤدى غليان الدم هذا إلى تمزق الأوعية الدموية وانفجارها ، ومن ثم الإغماء فالموت السريع فى مدى قد لا يتجاوز ٣٠ ثانية .

وعلى الأرض أيضا قلما تعلو درجة الحرارة فوق ٥٠ درجة سنتجراد حيثما يمر خط الاستواء الحرارى، كما أنها قلما تنخفض تحت ٧٠ درجة تحت الصفر فى أواسط سيبيريا فى الشتاء. ولكن على كثب منها فى طبقات الجو العليا قد تبلغ درجة الحرارة بضع

مئات الدرجات الكيناماتيكية - أى التى لاتحدث أثرا يذكر (*) وإنما يعبر عنها بحركة جزيئات الغاز ــ . وعلى سطح القمر حيث لا يوجد الماء ويكاد ينعدم الهواء تصل درجة الحرارة وقت الظهيرة إلى أكثر من ١٠٠ درجة سنتجراد . أما أثناء الليل فهى تهبط إلى حدود ١٥٠ درجة تحت نقطة الجليد . ولمثل هذه الأسباب يعزل رواد الفضاء داخل مركبات أو حلل محكمة الإغلاق ، يعيشون فيها تحت ضغوط جوية مناسبة ودرجات من الحرارة والرطوبة ملائمة .

أما أخطار الشهب التى تهيم فى الفضاء الكونى القريب فهى تبدو غير جسيمة. ويدل الإحصاء الرياضى على أن احتمال اعتراضها سبيل محطات الفضاء وسفنه هو احتمال صغير رغم انه عظيم الخطر جداً . وقد اقترح الأستاذ ويل ــ الحجة فى مادة الشهب بجامعة

(*) لاتقاس درجة الحرارة هناك بمجرد وضع ترمومتر زئبق فى صاروخ الفضاء ، بل يجب أولا أن نحمي الأجهزة من أشعة الشمس المباشرة ، ثم علينا بعد ذلك أن نقرأ درجة الحرارة كإشارة كهربية . ويتم ذلك بواسطة ترمومتر مقاومة صغير ، تتغير مقاومته لمرور التيار الكهربائى الذى تولده بطاريات الصاروخ أو القمر الصناعي تبعا لتغير درجة الحرارة . وتوثر هذه التغيرات على ذبذبات الإشارات اللاسلكية التى يذيعها جهاز الإرسال .

هارفرد ــ أن تحصن المحطات والسفن بغلاف من المعدن ، فلا تصل جسيمات الشهب إلى هيكلها الداخلى إلا بعد أن تستنفذ كل طاقتها فى اختراق هذا الغلاف . أما فرصة التصادم مع النيازك فهى فرصة صغيرة جدا إلى حد لا يكاد يذكر . ويبدو أنه لا توجد علاقة ظاهرة بين النيازك وأسراب الشهب ، إلا أن أسفار الفضاء ستظل محفوفة بأخطار النيازك مهما صغر احتمال التعرض لها .

سفينة الفضاء الذرية

ليست ملاحة الفضاء بالأمر الهين ، ففى سفن الفضاء لا يوجد أفق يمكن أن ترجع إليه مواقع النجوم ، ولا جاذبية يمكن أن تعين على تعيين الوضع الرأسى أو تثبيته . وتبدو الأرض عن بعد كنجم لامع وسط الفضاء المظلم ، ولا يغشى السفينة ليل أو نهار ، ويسود ركابها الملل ، فهم لا يشعرون بحركتها ...

والذى يقال الآن إن سفينة الفضاء التى تقلع فى الاتجاه المرسوم بالسرعة المقدرة تماما تصل إلى هدفها بنجاح . وبالرغم من أن هذه هى الحقيقة ، إلا أننا لا نستطيع أن نغفل الأخطاء التى قد يتعرض لها المسار بسبب الانحراف عند الابتداء عن الاتجاه المرسوم أو السرعة المقدرة ، هذا إلى جانب إغفالنا ما لسائر الكواكب من تأثيرات خاصة على أى مسار . ويمكن إتمام حساب هذه التأثيرات كلها بآلات حاسبة الكترونية ، وذلك إما قبل البدء فى الرحلة أو خلالها وهو الأفضل . ومع ذلك فقد لا تجدى هذه الحسابات ولا تفيد إذا ماعظم الخطأ فى الابتداء ،

وعندها تمرق السفينة إلى أعماق الفضاء حسبما قدرلها القدر وشاء!

وتتوقف سرعة أى سفينة من سفن الفضاء عند أي نقطة فى مسارها على بعد هذه النقطة عن الشمس ، وكذلك على مقدار انحناء المسار عند هذه النقطة . فمثلا إذا سلكت سفينتان مساراً واحدا وكانت إحداها وراء الأخرى فإنه يستحيل على السفينة الخلفية اللحاق بزميلتها مع احتفاظها بنفس المسار بمجرد زيادة سرعتها ، لأن أى زيادة فى السرعة معناه حتما إخراجها من مسارها إلى مسار أكبر أكثر بعدا عن الشمس ! ومعنى ذلك أن مجرد الانتقال من نقطة إلى أخرى فى الفضاء الكونى مسألة معقدة ، ربما لاتحل بمجرد إدارة دفة السفينة إلى اليمين أو اليسار ، أو إلى أعلى أو أسفل ، أو بزيادة السرعة أو تقليلها . فسفينة الفضاء لا تعدو كونها جرما سماويا ، وعلينا أن نحدد الوسيلة التى يمكن بها أن نستخدم القوى الملائمة فى الاتجاه الملائم خلال الزمن الملائم لنحصل على الحركة المطلوبة ! وعندما يتوفر لدينا الوقود الكفء لهذه العمليات تهون هذه الأمور كلها ، وتصبح ملاحة الفضاء شبيهة بالملاحة البحرية إلى حد ما .

مجمل القول إننا لا نستطيع تماما تحديد السرعة والاتجاه اللازمين لانطلاق سفينة الفضاء بكل دقة لتصل إلى هدف معين ،

خصوصا عندما نتجاهل جذب الكواكب الأخرى . وإذا كان الوقود العادى هو الذى سيستخدم فى تغيير خط سير السفينة من آن لآخر ، فإن معنى ذلك هو قطعا استهلاك كميات وفيرة جداً من الوقود ، مما حبذ الاتجاه نحو استخدام الطاقة الذرية .

ولقد سبق أن اقترح سبتزر — أحد خبراء الصواريخ — أن تستخدم جزئيات بعض الغازات المشحونة بالكهربية ، بحيث يمكن إكسابها عجلات تزايدية لها قيمتها ، بطرق كهربية ، ومن ثم دفع السفينة تحت تأثير هذه العجلات مدة كافية . وأعطى سبتزر هذا بعض الأرقام الجذابة فى هذا الصدد ، إلا أننا لا نستطيع الجزم بصحتها تماما .

فعلى سبيل المثال عندما نسقط من حسابنا سرعة محطة الفضاء التى تبدأ منها السفينة رحلتها ، ونتصور أن السفينة بدأت فعلا من حالة السكون فقطعت فى نهاية الثانية الأولى مسافة قدرها ٦ بوصات فقط ، فإن معنى ذلك أن عجلة التزايد هى $\frac{١}{٣٢}$ من العجلة الأرضية ، وبذلك يمكن للسفينة فى نهاية الساعة الأولى أن تقطع ١٢٢٠ ميلا وكما قدمنا نستطيع أن نقبل هذه النتيجة لأن الصعوبة الحقيقية إنما تجىء عن طريق الصعود من سطح الأرض إلى خارج نطاق غلافها الهوائى حيث تسبح الأقمار الصناعية ومحطات الفضاء .

وتستهلك هذه العملية أكبر كميات الوقود فى موضوع اسفار الفضاء بأسره .

وفى اللحظة التى تستطيع فيها السفينة أن تفلت من قبضة الأرض وهى تسير حثيثاً تصبح كوكبا سيارا يسبح من حول الشمس ، تماما كما تسبح الأرض أو أى كوكب آخر . ويبقى على قائد السفينة أن يضبط سرعتها فى الفضاء بحيث يصبح مسارها قطعا ناقصا أدنى نقطة محطة الفضاء التى أقلع منها وأعلى نقطة تقع على مسار المريخ فى الفضاء . وبهذه الطريقة يمكن لسفينة الفضاء أن تقطع نصف مسارها حول الشمس لتلتقى بمدار المريخ ، إلا أن الرحلة يجب أن ترسم وتحسب وتنفذ بدقة وعناية بحيث يتم التلاقى بين السفينة وكوكب المريخ وذلك بعد مضى ٢٦٠ يوماً .

وعندما تستقر السفينة فى الفضاء القريب من المريخ وتدخل مجال جذبه يكون على القائد ان يخفض من سرعتها بحبث تدور حول الكوكب كتابع له على ارتفاع بضع مئات الأميال من سطحه . وبطبيعة الحال لن يحاول القائد الهبوط بسفينته على سطح الكوكب ، بل إن الهبوط سوف يتم بوساطة مركبة صاروخية تحملها السفينة، وربما تمد بأجنحة تمكنها من التحليق

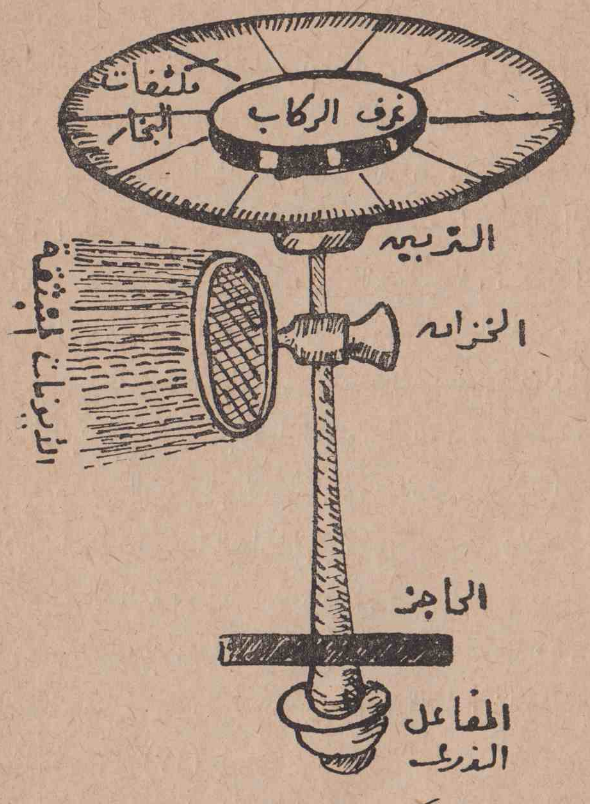
فى جو المريخ والهبوط على سطحه ثم العودة إلى سفينة الفضاء بسلام فى طبقاته السفلى السميكة نسبيا .

ورغم أن نفرا من العلماء لا يرى سبيلا إلى استخدام الطاقة الذرية فى أسفار الفضاء ويواصلون البحث عن أنجح أنواع الوقود السائل ، نجد جماعة أخرى من العلماء المتخصصين فى بناء الصواريخ يحاولون استخدم الطاقة الذرية ، ويعتقدون أنها سوف تكون أعم نجاحا وأكثر فلاحا من استخدام الوقود السائل . وهم يؤكدون أن السفن الذرية سوف تكون أصغر حجما وأسهل قيادة وأطول مدى عن غيرها من السفن .

ومن أحدث التصميمات التى تمت خاصة بسفن الفضاء الذرية تلك السفينة التى يحاول بناءها الدكتور إرنست شتولنجر ، احد خبراء مركز الصواريخ الأمريكى فى هنتزفيل بولاية آلاباما . ولا تشبه هذه السفينة الصاروخ فى شىء ، حتى ولا هى تبدو على هيئة الطائرة ، وإنما تأخذ شكل طبق كبير أو قصعة ، أو على وجه التحديد مظلة هائلة يبلغ قطرها عند فتحها ٢٥٠ قدما وللمظلة عصا فى صورة عمود طوله ٢٥٠ قدما أيضا على النحو الممثل فى شكل (١٧) .

ويقدر وزن مثل هذه السفينة بنحو ٧٥٠ طنا ، وهو رقم

يقل كثيرا عن الأرقام المقدرة لأصغر السفن المصممة على أساس الدفع بالوقود السائل . ويتضح من الشكل أن المفاعل



(شكل ١٧) سفينة الفضاء الذرية

الذرى يثبت فى قاعدة العمود ،أما الأجزاء المعدة لإيواء الركاب والملاحين ونحوهم فمكانها فى القمة فى وسط الطبق ويمكن أن تكسب حركة دائرية بحيث تتولد قوى طاردة مركزية تكفى لإعطاء الإحساس بوجود نوع من الجاذبية يعوض انعدام الجاذبية التى ألفها الناس على الأرض ، حتى لو كانت كلمة فوق وتحت فى هذه الحالة تعنى إلى المركز أو بعيداً عنه . وهناك حاجز من الرصاص السميك أعلى المفاعل الذرى ، الغرض منه أن يحول دون تسرب الإشعاعات الذرية من المفاعل إلى الركاب بصورة مباشرة . وتستغل الحرارات العالية التى يولدها المفاعل فى تحويل زيت معدنى ثقيل إلى غاز أو بخار يصعد خلال أنبوبة تجرى على طول العمود ليعمل على تحريك (تربين) أسفل المظلة . ويتصل (بالتربين) مولد كهربى ، أى أن الطاقة الذرية إنما تستخدم فى توليد القوى الكهربية على النحو الذى لخصناه .

وأنت إذا ما أنعمت النظر فى الشكل المرسوم وجدت أن قمة المظلة أشبه شىء بوعاء ضخم مفرغ لا يكاد يدخله البخار الذى يولده المفاعل الذرى حتى يبرد سريعاً بالإشعاع إلى الفراغ . وسريعاً ما يتكاثف هذا البخار إلى سائل يتدفق إلى المفاعل

ليعيد الدورة من جديد. أما المحرك النفاث أو المحرك الصاروخى الذى يدفع سفينة الفضاء الذرية ويمكنها من السبح فى الفضاء فهو يثبت فى العمود على مسافة مناسبة من (التربين) والمولد الكهربى. وهو يختلف عن المحركات العادية اختلافاً كبيراً. فبينما تقذف محركات الصواريخ التى تستخدم الوقود الجاف أو الوقود السائل كميات وفيرة متواصلة من الغازات الملتهبة، نجد أن هذا المحرك إنما هو مجرد ينبوع أو مصدر تنبثق منه جسيمات مشحونة بالكهربية بصفة مستمرة.

ويوجد خزان يملأ بمعدن قاعدى مثل السيزيوم، ترفع حرارته إلى درجة تكفى لتحويل المعدن إلى بخار يندفع إلى غرفة خاصة، لينبثق منها خلال شبكة من البلاتين الساخن كما هو ظاهر فى شكل (١٧). وعندما يمر بخار السيزيوم خلال شبكة البلاتين الساخنة يتأين، أو يتحلل إلى مركباته الكهربية، وتستخدم الطاقة الكهربية التى يولدها (التربين) فى إكساب هذه الجسيمات المشحونة (أو الأيونات) سرعة كبيرة جداً، بحيث تنبثق من المحرك بقوة عظيمة. ومعنى ذلك كله أن سفينة الفضاء الذرية سوف تنطلق لتذرع الفضاء الكونى باستخدام سيل من الأيونات السريعة الحركة.

وبطبيعة الحال تختلف الطرق الملاحيـة باستخدام نوع الوقود . فنى حالات السفن الذرية يمكن أن يعمل المحرك عملا متواصلا دون توقف طوال مدة الرحلة ، وهذه ميزة لها قيمتها العظمى لدى ربابنة سفن الفضاء . ولكن السفينة الذرية لن تصل إلى مدى سرعتها الكاملة إلا بعد مضى وقت طويل . ولهذا السبب ذاته سوف تستغرق رحلات الفضاء باستخدام السفن الذريه أزمنة أكبر بكثير من غيرها من السفن المعدة للرحيل إلى المريخ أو الزهرة . والمقدر مثلا أنه بعد مضى ١٢٠ دقيقة على الإقلاع من محطة الفضاء لاتكون السفينة الذرية قد ابتعدت عن المحطة بأكثر من عشرين ميلا . ولكن بعد مضى ١٠٠ يوم تقضيها السفينة فى السبح فى حركة لولبية منتظمة تكون قد قطعت نصف المسافة إلى القمر . وبعد هذه الفترة تكون سرعتها قد وصلت القدر الذى يكفى للإفلات من قبضة الأرض فتنطلق مسرعة إلى المريخ .

وعندما تدنو السفينة من المريخ يغير قائدها خط سيرها لتسبح حول الكوكب كتابع له . وبطبيعة الحال لن يحاول النزول بسفينته إلى سطح المريخ ، وإنما يكتفى بإرسال مركبة صاروخية تحملها السفينة وتعمل بالوقود السائل ، مع إعدادها

بالأجنحة اللازمة للسبح فى جو المريخ والنزول على سطحه ثم العودة إلى سفينة الفضاء الذرية من جديد .

ويكاد يجمع خبراء الفضاء على أنه ليس من المنطق ولا من الصواب فى شىء أن ترسل سفينة واحدة من سفن الفضاء فى كل رحلة ، بل يجب أن يسير أسطول كامل من السفن قوامه ست أو سبع سفن فضاء ذرية على الأقل . وبهذه الوسيلة يمكن أن نحد من عوامل الخطر ونقلل من قيمة الخسائر إذا ما أصاب سفينة من السفن أى عطب أو سوء ، إذ يمكن أن تتعاون السفن كلها فى الخروج من أى مأزق . وليس من شك أن تسيير عدة سفن دفعة واحدة سوف يمكن مجموعة ضخمة من العلماء المتخصصين فى كافة فروع العلم من الكشف عن حقائق الفضاء ومعالم المريخ أو الزهرة دفعة واحدة ، وهو بيت القصيد .



من خصائص الفضاء القريب

لما كان مجال الأرض المغناطيسى تسرى خطوط قواه فى الفضاء المحيط بالأرض وتقترب من سطحها عند خطى طول صفر و ٣٠ درجة غربا بسبب ميل المحور المغناطيسى للأرض بالنسبة لمحور دورانها ، كان من الطبيعى أن يفترض بعض الناس أن تفجير القنابل الذرية فى أعالى الجو يمكن أن يولد من الجسيمات الأولية المشحونة بالكهربية كميات وفيرة يحتجزها مجال الأرض المغناطيسى (*) . وينجم عن ذلك أن تتكون قشرة رقيقة من الالكترونات (أو الكهارب) التى تُغَلِّف جو الأرض العلوى وتقترب من سطحها فى بعض الجهات .

هذا الرأى الرائع الخلاب من وجهات نظر عديدة تقدم به رجل يونانى يدعى نيقولا قسطنطين كريستو فيلوس ، وكان يرمى أولا وقبل كل شىء إلى استغلال النظرية الطبيعية المعروفة القائلة بأن الالكترونات التى لها طاقات حركة عالية يمكن أن

(*) من خواص المجالات المغناطيسية احتباس الكهارب سريعة الحركة على طول خطوط القوى .

تختزن بواسطة مجال مغناطيسي قوى ، وبذلك تدخر لاستخدامها عند اللزوم . وقد رأى نيقولا هذا أنه مادامت الأرض يحيط بها مجال مغناطيسى قوى نسبيا فإن هذا المجال يمكن أن يحتجز الكهارب التى يصنعها البشر فى أعالى جو الأرض .

وتحدث هذه الظاهرة فعلا فى الطبيعة ، لأن مجال الأرض المغناطيسى يدخر بين ثناياه جانبا من الكهارب التى ترسلها الشمس ضمن الإشعاعات الكونية . وعندما تتجمع هذه الكهارب وتدخل جو الأرض الخارجى ، أو تدخل طبقة الأيونوسفير وخاصة حيث تدنو فتتدلى قرب القطبين تحدث ظاهرة الفجر القطبي — راجع شكل (١٣) — أو أنوار الشمال ، التى هى فى جملتها تفريغات كهربية فى هواء مخلخل ، والتى يلى ظهورها عادة انتشار العواصف المغناطيسية واضطراب الإذاعات اللاسلكية .

وعلى هذا الأساس تساءل العلماء : هل يستطيع البشر حقا أن يصنعوا الحالات التى تؤدى إلى مثل ظهور الفجر القطبى ؟ وإذا كان الأمر كذلك فلابد من محاولة ذلك ضمن برنامج السنة العالمية لطبيعيات الأرض ، ولابد أن ظواهر جديدة وغريبة يمكن أن تشاهد من جراء ذلك ، وعندما أجرت الولايات

المتحدة الأمريكية تجارب قنابلها النووية فى جنوب الأطلسى ضمن برامج آرجس تضمنت تلك البرامج اختبار مدى صحة آراء اليونانى كريستو فيلوس ، فعمدت إلى تفجير قنابلها من ارتفاع ٣٠ كيلو مترا فوق سطح الأرض فى ٢٧ من أغسطس ثم فى ٣٠ من سبتمبر عام ١٩٥٨ حتى يمكن رصد ما ينجم عنها من ظواهر طبيعية فى الفضاء القريب أو فى جو الأرض على نطاق واسع يشمل سطح الأرض كله خلال السنة العالمية لطبيعيات الأرض . ولقد انبعثت إثر تلك الانفجارات بكميات وفيرة من الكهارب السريعة ، ظل جانب وفير منها حبيس الفضاء القريب من الأرض على هيئة قشرة (هى قشرة آرجس كما تعرف اليوم) ورصد العلماء وقدروا مدى الاضطرابات الأثيرية التى نجمت عن ذلك بعد أن لمسوا ما حدث من شذوذ فى استقبال أنواع مختلفة من أمواج الأثير ومن بينها أمواج الرادار ، وظهر الفجر القطبى منيرا أعالى الجو ، وامتد إلى أسفل على طول خط قوى المجال المغناطيسى المار بنقطة الانفجار النووى ، مكونا ألوانا من ظواهر الضوء . ورصدت الأورورا كذلك فى جزء الآزور حيث يعود خط قوى المجال المغناطيسى سالف الذكر داخلا جو الأرض ومقتربا من سطحها فى نصف الكرة الشمالى . هذا كله

إلى جانب ما رصد من عواصف مغناطيسية فى الأماكن القريبة من مكان الانفجار .

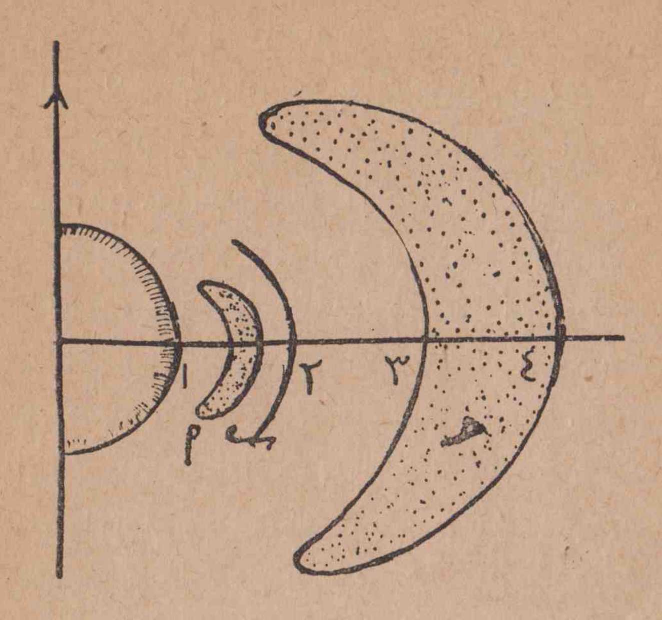
ولهذه النتائج العلمية قيمتها العظمى فى الحروب، لأنه عندما تفجر قنبلة نووية على ارتفاع مئات الأميال فى مكان يختار اختيارا علمياً ، يمكن أن تعطل أجهزة الراديو والرادار عن أداء وظيفتها فى مكان معين بالذات. فمثلا يمكن أن يولد الانفجار النووى فى أقاصى المحيط الهندى فجرا قطبيا فوق شرق أوروبا كما يعطل أعمال الإذاعة والاستقبال الأثيرى فيها .

وكان ضمن برامج الأقمار الصناعية رصد ما تحتجزه الطبيعة من مكونات الأشعة الكونية حول الأرض ، داخل أحزمة عرفت أخيرا باسم أحزمة فان إلين الإشعاعية ، وقد كشف أمرها القمر المستكشف رقم (١) الذى أطلق فى ٣١ يناير عام ١٩٥٨ وكان يحمل معه عدداً من عدادات جيجر التي أعدها فان آلين ليقيس بها شدة الأشعة الكونية . واستمر إرسال الأقمار الصناعية حتى أطلق المستكشف السادس فى ٢٧ من يوليو عام ١٩٥٨ ليسبح فى مدار يميل بزاوية قدرها ٥١ درجة على خط الاستواء ، وأمكن الحصول على معلومات قيمة عن طبيعة درجة تركيز وتوزيع الإشعاعات الطبيعية ورصد القمر كذلك نتائج

برامج آرجس السابق ذكرها ، وبذلك امكن رسم الشكل الطبيعى لاحزمة فان آلين بالنسبة لقشرة آرجس ، كما قيست درجات تركيز الإشعاع فى كل بقعة منها على النحو الموضح فى شكل (١٨) . ورسم أيضا شكل المجال المغناطيسى للأرض .

ولقد استخدم فان آلين أجهزة صغيرة معقدة لقياس الأشعة الكونية ، تتكون أجزاؤها الرئيسية من أنابيب دقيقة من عدادات جيجر المعروفة ، مع آلات دقيقة لتعيين عدد الدقات التى تحدث وإرسالها فى صورة إشارات كهربية . وغلف الرجل بعض هـذه الاجهزة بألواح الرصاص حتى يقتصر رصدها على النوى ذوات الطاقات الكبرى ، كما غلّف بعضها من ثلاث جهات فقط ، على أن تغذى إشارات كل جهاز منها محطة إرسال لا سلكية صغيرة لكى تلتقط الإشارة على الأرض . وعندما سمعت هذه الإشارات بدت فى جملتها كنغمات من الموسيقى الغريبة غير المسلية !

وعندما أطلق المستكشف الأول ودرست الأرصاد التى جمعها لوحظ وجود ظاهرة غاية فى العجب : فوق الولايات المتحدة حيث اقترب القمر من سطح الأرض ماراً بالحضيض بلغ عدد الدقات أو الإشارات الكهربية معدلا قدره ٤٠ إشارة فى



(شكل ١٨)

الوضع التقريبي لقشرة آرجس بالنسبة إلى مناطق ڤان آلين التي تحتبس فيها الطبيعة الأشعة الكونية حيث :

ا = حزام ڤان آلين الداخلى .

ب = موضع قشرة آرجس .

حـ = حزام ڤان آلين الخارجي .

١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ هى أبعاد متساوية ويساوى كل بعد منها نصف قطر الأرض .

الثانية الواحدة ، ولكن قرب خط الاستواء حيث كان القمر يبلغ اقصى ارتفاع له ويمر بالأوج وصل المعدل إلى أقل قيمة له ، كما انعدمت الإشارات خلال دقيقتين ، مما حمل على الاعتقاد بوجود خلل فى الجهاز . وكثرت الاقتراحات لشرح تلك الظاهرة ، أى نقص المعدل ثم انعدامه فوق خط الاستواء . ولقد عزا بعضهم الأمر إلى تغير قيمة الإشعاع الشمسى مع خطوط العرض .

وعندما أطلق المستكشف الثانى، ثم الثالث استنتج فان آلين أن أجهزة رصد الأشعة الكونية إنما تعطى قيما معقولة طالما كان القمر الصناعى يحلق على ارتفاعات قريبة نسبيا من سطح الأرض (أى فى الحضيض من المسار) . أما عندما يدخل إلى أعماق الفضاء - حيث أوج المسار تزداد معدلات الضربات سريعا . ثم لعلة لا يمكن التحكم فيها - تصل هذه المعدلات إلى الصفر ، ويظل الأمر على هذه الحال حتى يعود القمر إلى الارتفاعات الصغيرة مرة أخرى . وأخيرا وبعد جهد توصل الرجل إلى حل موفق : إن جهاز القياس عندما يتواجد فى أعماق الفضاء يفيض بجرعات عظيمة من إشعاع معين — وهذا عيب من عيوب عدادات جيجر التى كانت تستخدم — فلا يستطيع الاستجابة لإنجاز

عدد وفير من الدقات فى الثانية ، ويظل معطلا . وكان التفسير الطبيعى لكل ذلك أن الأرض تغلفها أحزمة من الإشعاعات الحادة التى تحتجز فى الفضاء القريب بواسطة مجال الأرض المغناطيسى وتعترض هذه الأحزمة — راجع شكل (١٨) — طريق سفن الفضاء وتسبب الموت المحقق لمن فيها مالم يتم عزل الأحياء عزلا كافيا .

وفى ضوء هذا الاكتشاف الهام رئى أن تطلق بعض الأقمار لتسير فى مدارات تنحرف إلى الشمال وإلى الجنوب بالنسبة إلى مدارات الأقمار السابقة لها ، لأنها بذلك إنما تتيح فرصة عظمى لتتبع أرصاد براج آرجس وجمعها . وأعلن فى صراحة أن الأحياء الذين يعبرون الفضاء الكونى مخترقين أحزمة الإشعاعات فيه لا بد أن يتم عزلهم عزلا (*) تاما ، وفى الأغلب لا يمكنهم البقاء على قيد الحياة أكثر من أيام معدودات ، وأن

(*) درست روسيا هذه الناحية ونواحي أخرى بما أطلقوا من سفن الفضاء التى تحمل بعض الكائنات الحية ، وأهمها سفينة الفضاء التى أطلقت فى أبريل ١٩٦١ ثم أعيدت إلى الأرض بعد أن أتمت دورة كاملة حولها فى الفضاء الخارجي. وتعتبر هذه الرحلة بمثابة آخر مرحلة قبل سفر الأنسان فى مركبات الفضاء ومحطاته .

تلك الجسيمات الأولية النشطة التى تسبح فى الفضاء من وراء مناطق أنوار الشمال هى التي تفسر لنا ظواهر الفجر القطبي .

وحتى ذلك الحين لم يكن فان آلين قد كشف سوى الطبقات الدنيا لتلك الأشعة المتجمعة الفتاكة ، فشرع يرسم الخطط لدراسة طبقاتها العليا باستخدام مجموعة الأقمار التى أطلقت فى خريف عام ١٩٥٨ حتى شهر ديسمبر من السنة ذاتها ، ووصلت إلى ارتفاعات تراوحت بين ٧١ الفا و٦٣ ألفا من الأميال. وعندما تم تحليل أرصاد تلك الأقمار ثبت وجود حزامين من الأشعة المركزة بينهما منطقة من الإشعاعات الغير المركزة نسبياً ، كما ثبت أن قوام الحزام الخارجى جسيمات أولية ضعيفة إلى حد ما ، وقد تكون من البروتونات والالكترونات التى ترسلها الشمس . وينحنى الحزام إلى أسفل ويتدلى عند طرفيه ويدنو من الأرض وجوها فى صورة هى أشبه شىء بقرن الثور الذى يدخل الغلاف الجوى قرب القطبين المغناطيسيين للأرض على النحو الممثل فى شكل (١٨) .

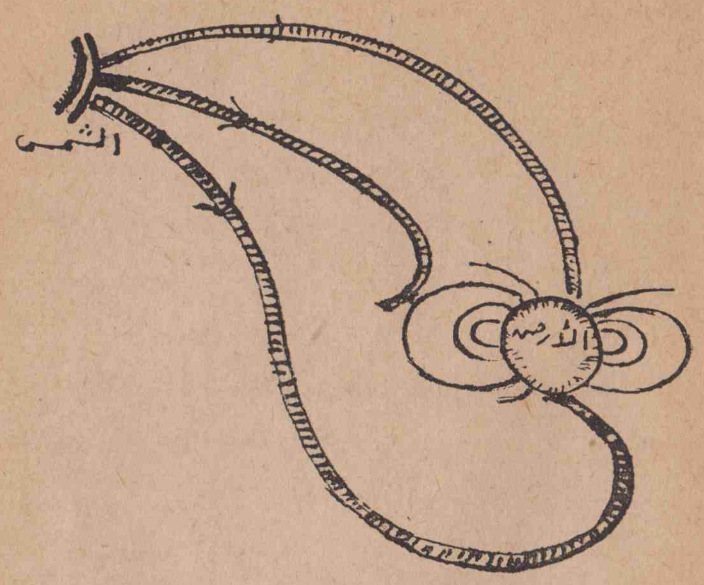
وعندما اقتربت الأقمار الصناعية من القمر الطبيعى ، وعندما أرسلت الكواكب الصناعية لتدور حول الشمس على مسافات ربت على ٤٠٠ ألف ميل من الأرض ، دلت الرسالات الملتقطة

منها بصفة قاطعة على أن حزام الأشعة الخارجى لا تنتهى حدوده عند سطح معين من الخارج ، بل هى تمتد إلى مسافات سحيقة فى أعماق الفضاء ، ويأتى من ورائها مناطق أخرى على هيئة أنهر تجرى من الكهارب والنوى الحديثة الانبعاث من الشمس .

مجمل القول إن الفضاء الكونى القريب ليس فراغاً تاماً كما قد يتبادر إلى الذهن ، ولكنه يفيض بالأسرار والغوامض وتحفه الأهوال التى ذكرنا جانباً منها . ويبدو أن أمراً ما يحدث للشمس فترسل أسراباً من الإشعاعات الكونية والطاقات الأثيرية التى تهتز لها أحزمة الإشعاع من حول الأرض ، وكذلك أحزمة التأين فى طبقة الأيونوسفير ، تماما كما يهتز سطح البحر فى مهب عاصفة هوجاء . وفى النهاية تنفذ تلك الإشعاعات (أو ينفذ جانب منها) إلى أعالى جو الأرض محدثة الفجر القطبى فى الشمال وفى الجنوب . ويبين شكل (١٩) سيلا من بعض هذه الأنهر كما تصورها فريق من العلماء .

والحق أننا نعيش فى ثقب من الفضاء يغشى من حوله ما يغشى من مصادر الدمار ومعاول الفناء . ولهذا تصر الدول فى دراساتها المتكررة لتلك الأرجاء على أن تجهز سفنها بالمعدات اللازمة لوقاية الأحياء ، ودراسة ما ينشأ من حالات الضغط

والتعرض للأشعة الكونية الخطرة والعجلات ونحوها قبل أن ينزح الإنسان إلى السماء.



(شكل ١٩) سيل الإشعاعات والجسيمات الأولية كما تصورها بعض العلماء

أما القبة الزرقاء فهى لاتعدو أنها ظاهرة ضوئية تنشأ بسبب تناثر أشعة الشمس الزرقاء وتشتتها بوفرة وغزارة فى جو الأرض بحيث تغمره باللون الأزرق. ولا تحدث هـذه الظاهرة فى الفضاء، فيبدو لمرتاديه على حقيقته، أى حالك الظلام! وتومض نجومه على الداوم، كما ترى الشمس بارزة وتخز أشعتها الأجسام!

مطابع دار القلم بالقاهرة